

# Strategier overfor pesticidtruslen mod grundvandet fra punktkilder - forprojekt

Poul L. Bjerg, Nina Tuxen, Lars Elkjær,  
Astrid Zeuthen Jeppesen og Bjørn K. Jensen  
Miljø & Ressourcer DTU

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>9</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>10</b>
1.1 BAGGRUND OG FORMÅL MED PROJEKTET	10
1.2 RAPPORTENS OPBYGNING OG AFGRÆNSNING	10
<b>2 PESTICIDER OG PUNKTKILDER</b>	<b>13</b>
2.1 PROBLEMSTILLING	13
2.2 BAGGRUND FOR VALG AF DELPROJEKTER	15
2.3 DELPROJEKTER	19
<b>3 PESTICIDDATABASE (DELPROJEKT A)</b>	<b>21</b>
3.1 BESKRIVELSE OG FORMÅL	21
3.2 BRUGERE/MÅLGRUPPE	21
3.3 INDHOLD (AFGRÆNSNING)	22
3.4 SAMSPIL MED ANDRE DATABASES	24
3.5 FUNKTIONER OG SAMSPIL MED ANDRE DELPROJEKTER	25
3.6 BRUGERFLADE	26
3.7 VEDLIGEHOLDELSE, ANSVAR, EJERSKAB	27
<b>4 RISIKOVURDERING OG PRIORITERING AF PUNKTKILDER PÅ OPLANDSSKALA (DELPROJEKT B)</b>	<b>29</b>
4.1 BESKRIVELSE OG FORMÅL	29
4.2 EKSISTERENDE KONCEPTER OG VÆRKTØJER	30
4.3 BESKRIVELSE AF VÆRKTØJ/KONCEPT	34
4.4 SAMSPIL MED ANDRE DELPROJEKTER	35
4.5 VALG AF VÆRKSTEDSOMRÅDE	36
<b>5 PESTICIDUNDERSØGELSER AF PUNKTKILDER (DELPROJEKT C)</b>	<b>41</b>
5.1 BAGGRUND OG FORMÅL	41
5.2 PROJEKTINDHOLD	43
5.3 SAMMENHÆNG MED ØVRIGE DELPROJEKTER	45
<b>6 INDGREB VED FORURENINGSKILDEN – AFVÆRGETEKNOLOGIER (DELPROJEKT D)</b>	<b>46</b>
6.1 BESKRIVELSE OG DEFINERING AF FORMÅL	46
6.2 PROJEKTINDHOLD	47
<b>7 MILJØØKONOMI (DELPROJEKT E)</b>	<b>49</b>
7.1 BAGGRUND	49
7.2 FORMÅL	50
7.3 BESKRIVELSE AF DELPROJEKTET	50
<b>8 TIDSPLAN OG ØKONOMI FOR HOVEDPROJEKT</b>	<b>53</b>

8.1	SAMMENHÆNG MELLEM DELPROJEKTER	53
8.2	TIDSPLAN, FASEOPDELING OG PROJEKTSTRUKTUR FOR HOVEDPROJEKT	54
8.3	PROJEKTORGANISATION	55
8.4	PROJEKTØKONOMI	55
<b>9</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>57</b>
<b>BILAG A</b>	<b>INSPIRATIONSKILDER TIL DATABASEN</b>	
<b>BILAG B</b>	<b>INDHOLD I PESTICIDDATABASEN</b>	
<b>BILAG C</b>	<b>TÅSINGE VÆRKSTEDSOMRÅDE</b>	
<b>BILAG D</b>	<b>JULLERUP VÆRKSTEDSOMRÅDE</b>	
<b>BILAG E</b>	<b>TÅSTRUP NORD VÆRKSTEDSOMRÅDE</b>	
<b>BILAG F</b>	<b>ST. FUGLEDE VÆRKSTEDSOMRÅDE</b>	
<b>BILAG G</b>	<b>ØKONOMISK OVERSLAG</b>	

# Forord

Fund af pesticider i drikkevands- og monitoringsboringer har i de senere år udgjort et betydeligt problem for den danske vandressource. Fundene skyldes brug af pesticider i landbrug, gartnerier, på offentlige arealer og i private haver i gennem årtier. Pesticidforureningen kan såvel skyldes anvendelse og håndtering samt bortskaffelse af pesticider. Punktkilder i form af spild ved vaskepladser, nedgravet pesticidholdigt affald, spredning via dræn, brønde og boringer vurderes at være medvirkende til de mange fund af pesticider.

Problemstillingen har afsløret et stort behov for at forbedre vidensgrundlaget i forhold til undersøgelsesstrategier, indgreb og afværge ved forureningskilden, afværgestrategier på oplandskala og miljøøkonomiske vurderinger. Det vurderes samtidig på baggrund af erfaringerne fra andre stofgrupper, at der er et stort fagligt, administrativt og økonomisk potentiale i at initiere et vidensløft på området.

Der er derfor i dette forprojekt foreslået 5 delprojekter, som kan belyse forskellige aspekter omkring grundvandsforurening fra pesticidpunktkilder.

Beskrivelsen af de 5 delprojekter er udført af en arbejdsgruppe bestående af Poul L. Bjerg og Nina Tuxen, Miljø & Ressourcer DTU, Lars Elkjær og Astrid Zeuthen Jeppesen, Watertech samt Bjørn Jensen, Deloitte.

Projektet er finansieret af Miljøstyrelsens Teknologi Udviklingspulje, Fyns Amt og Amternes Videncenter for Jordforurening (AVJ).

Der har som et led i definering af projekterne, været afholdt en række styregruppemøder, hvor indholdet af de beskrevne projekter har været diskuteret. Ida Holm Olesen har fungeret som mødeleder og sekretær for styregruppen. Styregruppemøderne har haft deltagelse af følgende personer:

Irene Edelgård, Miljøstyrelsen  
Jens Aamand, GEUS, faglig sekretær  
Ida Holm Olesen, Fyns Amt  
Jakob Sønderkov Weber, Fyns Amt  
Jakob Q. Christensen, Fyns Amt  
Susanne Linderoth, Fyns Amt  
Søren A.V. Nielsen, Vestsjællands Amt  
Hanne Kristensen, Københavns Amt  
Carsten Bagge Jensen, Københavns Amt  
Arne Rokkjær, AVJ  
Charlotte Weber, AVJ  
Hans Peter Birk Hansen, Bornholms Regionskommune  
Henrik Bay, NIRAS

Alle deltagere i styregruppens møder takkes for fremskaffelse af materialer, bidrag til diskussioner og kommentering af oplæg og projektrapport.



# Sammenfatning og konklusioner

Pesticider udgør et alvorligt problem for vandressourcen og vandværkerne i Danmark. Der er mange kilder til pesticidforurening, men der har hidtil kun i begrænset omfang været arbejdet med de mange potentielle punktkilder og mindre fladekilder. Det drejer sig fx om vaskepladser og gårdspladser, som lokalt kan bidrage til en betydelig grundvandsforurening med mange forskellige pesticider. Det vides i dag ikke, i hvilket omfang disse lokale problemer også udgør en risiko for grundvands-ressourcen på oplandsskala.

Vidensgrundlaget for at gennemføre tekniske forureningsundersøgelser og afværgeforanstaltninger er idag ikke tilstrækkeligt til at foretage en prioritering af indgreb overfor pesticidpunktkilder. Det er som følge heraf stor usikkerhed forbundet med at vurdere de miljøøkonomiske aspekter af indgreb overfor pesticidpunktkilder indenfor indvindingsoplande til vandværker eller for grundvandsressourcen.

I dette projekt beskrives den overordnede problemstilling omkring pesticidpunktkilder og grundvand, og 5 sammenhængende delprojekter er foreslået. De fem delprojekter repræsenterer et samlet projektforslag, som vurderes at kunne tilføre området væsentlig ny viden.

Det første delprojekt, der foreslås, er en pesticiddatabase, som skal understøtte forureningsundersøgelser, risikovurdering og valg af afværgeteknologier. Der eksisterer i dag ikke en database, som samler hele den tilgængelige viden på området og som er relevant særligt for medarbejdere i amterne, og det vurderes, at etablering af en pålidelig og brugervenlig database vil være et betydeligt fagligt fremskridt for myndigheder og rådgivere.

De følgende forslag til delprojekter skal udvikles i et værkstedsområde, som dækker et konkret indvindingsopland til et vandværk. Rapporten peger på 4 potentielle værkstedsområder, der er udvalgt ud fra en række kriterier. Der er lagt vægt på, at den områdespecifikke viden om geologi og hydrogeologi opfylder bestemte krav, og at der er konstateret væsentlige fund af pesticider i oplandet.

I værkstedsområdet foretages:

- Risikovurdering og prioritering af pesticidforureningskilder og andre kilder til forurening af grundvand og vandforsyning
- Kortlægning, forureningsundersøgelser og risikovurdering af udvalgte pesticidpunktkilder
- Udvikling af afværgeteknologier ved pesticidpunktkilder
- Miljøøkonomiske vurderinger af indgreb i et indvindingsopland til et vandværk

En væsentlig forudsætning for projekternes samlede succes er, at der er en stærk integration mellem delprojekterne og en overordnet faglig styring i gennem hele forløbet.





# Summary and conclusions

Pesticides constitute a serious problem for the groundwater resource and the water works in Denmark. Many sources for herbicide contamination exist, and till now there has only been limited work concerning the huge number of potential points sources and sources from smaller areas. It could be sites for washing of sprayers or farmyards, which locally may cause significant groundwater pollution with many different herbicides. Today it is unknown to which extent these local problems constitute a problem for the groundwater resource on catchment scale.

Currently, the knowledge level for site investigations and remedial actions is insufficient in order to prioritize actions towards pesticide point sources. This generates a large uncertainty with respect to evaluation of the economic aspects of the environmental consequences of pesticide point sources within a catchment area for a water works or for the ground water resource in general.

In this project the overall aspects of pesticide point sources are described, and 5 interrelated sub projects are proposed. The 5 sub projects describe a coherent project plan, which can lead to a significant improvement of knowledge within the area.

The first proposal for a sub project is a pesticide database, which is supposed to support investigations of pesticide-contaminated sites. Today, a database gathering information especially relevant for the counties staff within this area is not available. A reliable and user-friendly database is expected to be a significant technical move for authorities and consultants.

The proposal for the subsequent sub projects will be developed in a specific catchment area for a water works. The report suggests four possible catchment areas, which are selected from a list of criteria. It is important that the areas are well described with respect to geology and hydrogeology, and that pesticides are found in significant amounts.

In the specific catchment area the following should be performed:

- Risk assessment and prioritizing of sources of pesticide and other sources of contaminants affecting groundwater and water works
- Mapping, investigations of contaminant sites and risk assessment of specific pesticide point sources
- Development of remediation technologies for pesticide point sources
- Evaluation of the environmental economical consequences of actions in a catchment area

A prerequisite for an overall success of the project is a strong integration between sub projects and technical leadership throughout the project period.

# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund og formål med projektet

Pesticider udgør et alvorligt problem for grundvandsressourcen og vandværkerne i Danmark. Der er mange kilder til pesticidforurening. Der har hidtil kun i begrænset omfang været arbejdet med de mange potentielle punktkilder og mindre fladekilder. Det drejer sig fx om vaskepladser og gårdspladser, som lokalt kan bidrage til en betydelig grundvandsforurening med mange forskellige pesticider i høje koncentrationer. Det vides i dag ikke i hvilket omfang disse lokale problemer også udgør en risiko for grundvandsressourcen på oplandsskala.

Indgrebsmulighederne begrænser sig i dag til løsninger i form af afværgepumpning og kildepladsstyring på vandværket. I en del tilfælde har det også været nødvendigt at anvende avanceret vandbehandling i form af aktiv kulfiltrering.

Vidensgrundlaget for at gennemføre tekniske forureningsundersøgelser og afværgeforanstaltninger er idag ikke tilstrækkeligt til at foretage en prioritering af indgreb overfor pesticidpunktkilder. Det er som følge heraf stor usikkerhed forbundet med at vurdere de miljøøkonomiske aspekter af indgreb overfor pesticidpunktkilder indenfor indvindingsoplande eller for grundvandsressourcen.

Formålet med forprojektet er på den baggrund at:

- Beskrive den overordnede problemstilling omkring pesticider og punktkilder
- Beskrive 5 sammenhængende delprojekter, som kan give et markant vidensløft på området pesticider og punktkilder.
- Vurdere økonomi og tidsforløb af de 5 delprojekter

## 1.2 Rapportens opbygning og afgrænsning

Rapporten indeholder en gennemgang af den faglige problemstilling (kapitel 2), som fører frem til 5 delprojekter (A-E), der beskrives nøjere i kapitel 3-7. Kapitel 8 indeholder en beskrivelse af projektøkonomi og samlet skitse af det foreslåede tidsforløb af delprojekterne. Den indbyrdes sammenhæng mellem projekterne er et vigtigt element, som også vil blive diskuteret i kapitel 8.

Rapporten tager sit udgangspunkt i pesticidpunktkilder relateret til et grundvandsopland. I kapitel to er der en nøjere afgrænsning af projektets faglige fokusområder.

BAM problematikken er ikke berørt i dette projekt, da den er belyst separat i Miljøstyrelsens undersøgelse "Pesticider og vandværker" (Miljøstyrelsen, 2002), samt i et igangværende projekt for Miljøstyrelsen.

Parallelt med dette projekt udfører Bornholms Regionskommune for Miljøstyrelsen projektet: "Risikovurdering af pesticidpunktkilder". Projektet har til formål gennem historisk redegørelse og tekniske undersøgelser af nærområdet til vaskepladser, at skabe en nærmere forståelse for betydende faktorer for transport af pesticider fra håndteringen på vaskepladsen og til grundvandsressourcen potentielt forurenes. Der indgår følgende projektaktiviteter:

- Generel historisk redegørelse for håndteringspraksis af pesticider i Danmark
- Detaljeret historisk redegørelse af håndteringen af pesticider på 5 feltlokaliteter
- Detaljerede miljøtekniske undersøgelser af vaskepladser på 5 feltlokaliteter
- Vurdering af den observerede forurening og betydende faktorer på de 5 lokaliteter for nedsivning af pesticider til grundvandet
- Risikovurdering af den observerede forurening på de 5 feltlokaliteter

Projektet vil i denne rapport blive benævnt "BRK-projektet".



## 2 Pesticider og punktkilder

### 2.1 Problemstilling

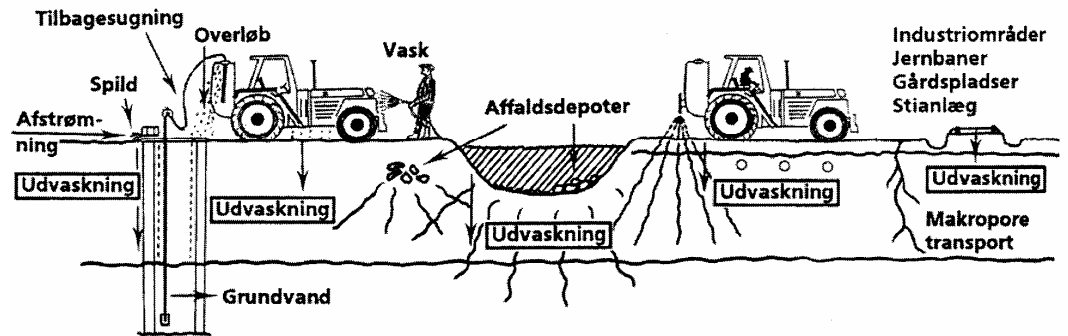
Igennem de seneste 10 år er der kommet fokus på forurening af grundvandet med pesticider. Antallet af fund af pesticider er steget i takt med, at man er begyndt at analysere for flere og flere stoffer og med en lavere detektionsgrænse end tidligere. Overvågningen betyder, at man i dag har et rimeligt godt billede af forureningen af grundvandet med enkelte af de problematiske pesticider. Det er både selve aktivstofferne, men også i høj grad deres nedbrydningsprodukter som findes i grundvandet. Som eksempel kan nævnes, at det nu vurderes at ca. 50 % af det drikkevand, som sendes ud til forbrugerne i Fyns Amt i mere eller mindre omfang er påvirket af grundvand, hvor der er fundet pesticider (Fyns Amt, 2002).

Modsat andre forureningstyper er mulige kilder til pesticidforureninger mange (se også figur 2.1):

- Punktkilder (fx vaskepladser, opfyldte mergelgrave, lossepladser)
- Mindre "fladekilder" (fx gårdspladser, offentlige arealer, private haver)
- Liniekilder (fx jernbaner og langs veje)
- Større fladekilder (fx anvendelse i landbrug og skovbrug)

Der er således mange forskelligartede kilder, og da der ofte kan være flere kilder i samme område, er det svært at spore en egentlig kilde til en pesticidforurening. Der er opbygget nogen viden om bidraget lokalt fra enkeltkilder. I amtsligt regi er der undersøgt ca. 150 potentielle punktkilder og mindre flader, som repræsenterer fx gartnerier, gårdspladser, og maskinstationer (AVJ, 2002). Bay (2002) har rapporteret om fund ved undersøgelser af gartnerier, men problemets omfang er ikke undersøgt i detaljer. Hertil kommer andre kilder, fx gamle lossepladser, som kan give anledning til væsentlige pesticidfund (Baun et al., 2004). Problemstillingen omkring liniekilder (fx jernbanelegemer) er ikke belyst i Danmark, men udenlandske erfaringer peger på, at de også kan give anledning til pesticidudvaskning (Börjeson et al., 2003).

Fokus i dette projekt er på udvaskning fra gårdspladser og maskinstationer. Pesticidanvendelse på og udvaskning fra større fladekilder og liniekilder vil ikke blive berørt yderligere. I forbindelse med risikovurdering på oplandsskala indgår alle de nævnte kilder selvfølgelig i den samlede vurdering af pesticidbelastningen.



Figur 2.1 Kilder til grundvandsforurening med pesticider (Helweg, 1994).

Hovedparten af de udførte undersøgelser af pesticidpunktkilder har været på et indledende niveau og ofte har pesticider ikke været det eneste formål med undersøgelsen (AVJ, 2002). Det giver en række begrænsninger i undersøgelsernes omfang, men nogle af de generelle konklusioner vedrørende forekomsten af pesticider er:

- På 97% af de undersøgte lokaliteter fandt man pesticider
- Pesticiderne giver anledning til forurening af det øvre grundvand
- Der er ofte tale om en blanding af flere forskellige pesticider

På baggrund af disse resultater, hvor især de meget høje fundprocenter er markante, kan det ikke udledes, hvor mange potentielle punktkilder der eksisterer.

Problemstillingen er landsdækkende, og der er publiceret erfaringer fra Storstrøms Amt og Bornholms Regions kommune vedrørende kortlægning af pesticidpunktkilder (Bay og Hansen, 2001). Erfaringer fra fx Tåsinge (se eksempel 2.1) illustrerer, at der er tale om en kompleks problemstilling, hvor fokusering på en enkelt kilde ikke er tilstrækkeligt. De viser også, at der er tale om en række forskellige pesticider, så problemet ikke kan isoleres til et enkelt pesticid eller et enkelt nedbrydningsprodukt som fx BAM.

Pesticidforureningen er langt mere markant i det terrænnære grundvand end i det dybereliggende grundvand. Dette vises bl.a. i GEUS' rapport om små vandforsyninger fra 2002, hvor der er fundet pesticider i 53 % af borerne. I 32 % af alle borerne var grænseværdien for drikkevand overskredet. Desuden findes der typisk mange pesticider og nedbrydningsprodukter i samme boring, op til 12 forskellige i enkelte borer (GEUS, 2002). I Miljøstyrelsens rapport fra 2002 "Pesticider og vandværker" vurderes det, at det dybere og mere beskyttede grundvand inden for en årrække vil blive påvirket af pesticider (Miljøstyrelsen, 2002).

Denne kvalitetsforringelse af det øvre grundvand har bl.a. været medvirkende til, at GEUS i 2003 har nedskrevet størrelsen af den samlede grundvandsressource i Danmark fra 1,8 mia. m<sup>3</sup>/år til 1,0 mia. m<sup>3</sup>/år. Det vurderes endvidere, at der kan komme en yderligere nedskrivning af grundvandsressourcen bl.a. som følge af, at pesticidforureningen med tiden udbredes til det dybere grundvand (GEUS, 2003a).

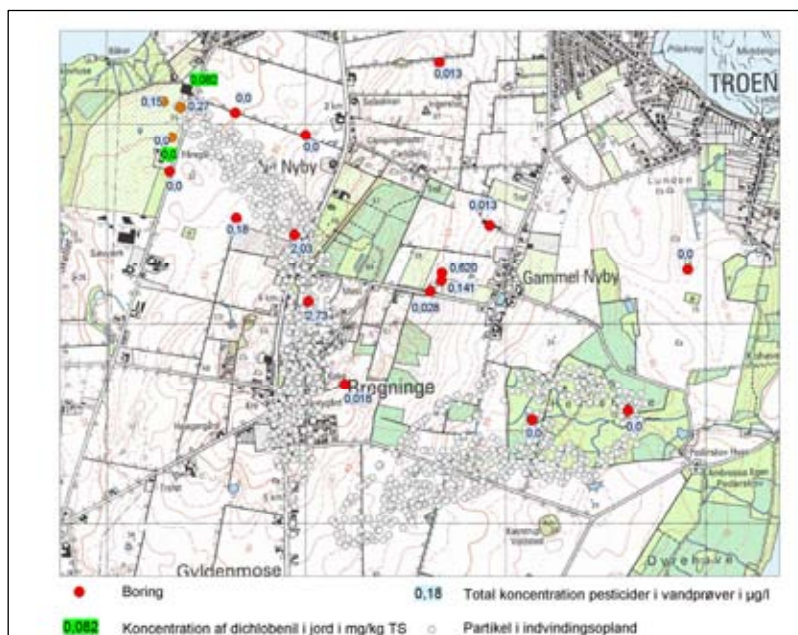
#### Eksempel 2.1 Pesticidpunktkilder på Tåsinge

Det har i de seneste år ikke været muligt at oppumpe uforurenet grundvand på Tåsinge. En stor del af drikkevandet er blevet rensat for pesticider (BAM) på 2 af øens 5

vandværker. Fyns Amt har givet tilladelse til at rense vandet som en midlertidig løsning, mens mulighederne for at basere øens drikkevandsbehov på rene vandressourcer er blevet kortlagt. Resultatet af flere års kortlægning af grundvandet på Tåsinge viser, at der er mulighed for at erstatte rensat vand fra de kildepladser, som er belastet med BAM med grundvand, der ikke er forurenet.

Resultatet af kortlægningen har desværre også vist, at pesticidproblemet i visse områder har været mere omfattende end forventet. På Bregninge Materialeplads på Tåsinge, beliggende 1,1 km sydøst for Fåregård Kildeplads, er der observeret atrazin og nedbrydningsprodukter, terbuthylazin, simazin, diuron og BAM, i total koncentrationer op til 2,8 µg/l. I en boring længere nedstrøms er der observeret en samlet koncentration af pesticider på 2,0 µg/l. Strømningsmodellen udarbejdet i forbindelse med indsatskortlægningen viser, at disse to borer ligger i indvindingsoplandet til Fåregård Kildeplads (figur 2.2). Det vurderes at den observerede forurening udgør en risiko overfor kildepladsen. Fundet af forureningen har medført, at et af de foreslåede løsningsmuligheder (flytning af Fåregård kildeplads opstrøms) har måttet forkastes.

Kilderne til den observerede pesticidforurening kan være mange forskellige. I området findes der materialeplads (hvor der kan være håndteret pesticider), planteskole, plantager, losseplads (hvor der er deponeret pesticidemballage), kirkegård, samt øvrig bymæssig bebyggelse (hvor der også kan være anvendt pesticider). Fyns Amt har vurderet, at yderligere kildeopsporing ville være vanskelig på det eksisterende vidensgrundlag (Fyns Amt, 2004a).



Figur 2.2 Området omkring Fåregård kildeplads: partikelbanemodel og pesticidfund.

## 2.2 Baggrund for valg af delprojekter

Som det er beskrevet i de forrige afsnit, er den samlede vidensmængde indenfor pesticider og punktkilder præget af en spredt indsats, som i praksis betyder, at myndigheder, men også rådgivere, står famlende overfor indgrebsmuligheder, når der konstateres et problem på et vandværk eller

identificeres en ny pesticidpunktkilde i et område. Der er derfor behov for et decideret vidensløft på en række områder:

- Metoder til systematisk og ressourceeffektivt at indsamle viden om kilder til pesticidforurening
- Metoder til at undersøge forureningskilder
- Metoder til at risikovurdere flere forskellige forureningskilder overfor vandværker såvel som overfor grundvandsressourcen
- Metoder til at oprense og afværge pesticidforureninger, herunder en økonomisk vurdering af at anvende de forskellige metoder
- Metoder til at prioritere indsatsen mod forureningskilderne på et teknisk og miljøøkonomisk grundlag

Generelt er der for at kunne understøtte især forureningsundersøgelser, risikovurdering, samt oprensning og afskæring, behov for udvikle og etablere:

- En pesticiddatabase med opdateret viden om pesticiderne, nedbrydningsprodukter, hjælpestoffer, urenheder og andre relevante oplysninger.

For at belyse problemstillingen med pesticidpunktkilder konkret er det hensigtsmæssigt starte med at se på indvindingsoplande, hvorefter kritiske kilder udvælges. Derefter zoomes ind på de væsentligste forureningskilder, som undersøges nøjere. Til sidst står man forhåbentlig tilbage med et begrænset antal punktkilderkilder, hvor der skal foretages deciderede afværgetiltag. Dette fører frem til, at der er fire hovedaspekter, som skal belyses:

- Risikovurdering og prioritering af pesticidforureningskilder og andre kilder til forurening af grundvand og vandforsyning
- Kortlægning, forureningsundersøgelser og risikovurdering af udvalgte pesticidpunktkilder
- Udvikling af afværgeteknologier ved pesticidpunktkilder
- Miljøøkonomiske vurderinger af indgreb

Alt i alt fører det frem til en beskrivelse af 5 delprojekter (A-E) som i et samlet projektforsløb vurderes at kunne give et vidensløft på området pesticider og punktkilder.

### **2.2.1 Pesticiddatabase, delprojekt A**

For at bruge den erfaring, som allerede eksisterer om pesticider på en effektiv måde, skal den gøres tilgængelig på en form, så den kan anvendes i den daglige forvaltning. Et af problemerne er, at antallet af pesticider er meget stort, og de har meget forskellige egenskaber, så det er svært at opbygge paratviden for den menige medarbejder. I dag ligger den eksisterende viden i forskningsinstitutioner, hos nøglemedarbejdere i Miljøstyrelsen, i amterne og hos rådgiverne, i videnskabelige publikationer og i en række publikationer udgivet i de senere år, især fra AVJ og Miljøstyrelsen. En måde at gøre denne viden operationel er at udvikle en pesticiddatabase. Databasen skal være tilgængelig via internet/PC så den løbende kan opdateres. I databasen skal oplysninger om pesticiderne lagres, fx fysisk-kemiske data, analysemetoder, toksicitet, sorption og nedbrydning. I takt med at der kommer mere information kan oplysninger om fund, undersøgelsesstrategier og afværgeteknologier tilføjes. Informationen skal være rettet mod danske



forhold, være kvalitetssikret og løbende kunne opdateres. Der vil være behov for at udføre litteraturstudier på en række pesticider, men for de hyppigst forekommende pesticider vil den eksisterende viden forholdsvis nemt kunne sammenfattes. For pesticider som bliver fundet, men hvor der ikke er tilstrækkelig viden, vil databasen være et godt værktøj til at identificere behovet for en forskningsindsats.

### **2.2.2 Risikovurdering og prioritering af pesticidpunktkilder på oplandsskala, delprojekt B**

Når der planlægges aktiviteter (afværge, nye boringer, udarbejdelse af indsatsplan) i et indvindingsopland er der behov for at gennemføre en samlet vurdering af indsatsens effekt overfor både pesticidflade- og punktkilder. Vurderingen skal optimalt indeholde både de tekniske aspekter, usikkerheder og de økonomiske omkostninger (i form af begrænsninger i pesticidforbrug, oprydning af punktkilder, etablering af ny vandforsyning) for at opnå en bæredygtig overholdelse af kvalitetskriterier for grundvand og vandindvinding. Et væsentligt punkt ved en helhedsvurdering er, at der kan foretages en prioritering af indgreb. I den sammenhæng skal ikke blot pesticider inddrages, men også forureninger med andre grundvandstruende stoffer, så der bliver tale om en prioritering, der på det bedst tænkelige grundlag sikrer vandforsyningen.

Sådanne vurderinger kræver anvendelse af strømnings- og stoftransportmodeller, som indeholder den nyeste viden om udvaskning fra rodzonen, sprækketransport og strømning i grundvandszonen. De værktøjer der eksisterer idag er enten for generelle og unuancerede (mangler fx ofte dynamikken i systemet) eller for specifikke med deraf følgende krav til inputdata. Målet med værktøjet til problemstillingen beskrevet ovenfor er ikke at simulere den enkelte kilde perfekt, men fange de karakteristiske mønstre for et område og på den måde belyse effekterne af et indgreb. Modelkonceptet skal for at have værdi vurderes på værkstedsområder, hvor der er tilstrækkeligt med detailinformation så modellens funktioner og resultater kan kvalitetssikres. Et vigtigt element i dette er en kvantificering af forureningsfluxen fra pesticidpunktkilder (delprojekt C).

### **2.2.3 Pesticidundersøgelser af punktkilder, delprojekt C**

Antallet af pesticidpunktkilder er potentielt meget stort, så der er behov for at udvikle stærke værktøjer til skrivebordsundersøgelser. Det drejer sig om at identificere de kritiske punktkilder med et minimum af ressourcer, da feltundersøgelser ved alle punktkilder ikke er økonomisk eller praktisk muligt. Det kræver en del nytænkning, da den traditionelle tankegang omkring forureningskilder har været, at usikkerheder skulle elimineres ved konkrete undersøgelser og analyser. Det er ikke desto mindre udfordringen, så tusindvis af potentielle kilder kan blive afgrænset til de forhåbentlig betydeligt færre kilder, som udgør den væsentligste del af belastningen.

En naturlig overbygning på en pesticiddatabase er en screeningsmodel, der har til formål på skrivebordsniveau at gennemføre en risikovurdering, så antallet af kilder bliver reduceret på en rationel og faglig forsvarlig måde. For at en sådan screeningsmodel får en praktisk anvendelse kræves det, at den bliver evalueret på baggrund af velundersøgte punktkilder. Der er også behov for at GIS inddrages målrettet som et værktøj til at systematisere lokalitetsoplysninger (historiske oplysninger), geologi og hydrogeologi. Denne

del er tæt knyttet til BRK-projektet og en endelig fokusering vil afhænge af resultaterne fra dette projekt.

Der er et behov for at gennemføre nogle få detaljerede undersøgelser af punktkilder i et værkstedsområde. Der skal udvikles en undersøgelsesstrategi, som er målrettet mod problemstillingen. Der er, når der er indsamlet flere erfaringer, et behov for at systematisere disse strategier i pesticiddatabasen. Aspekter som kan have særlig interesse og som kan kræve erfaringsopsamling og/eller metodeudvikling er:

- Identifikation af problempesticider og nedbrydningsprodukter særligt relevant for pesticidpunktkilder
- Skæbne af problempesticider og nedbrydningsprodukter, som ikke er velundersøgte
- Hvordan nedbrydning af pesticider dokumenteres under komplekse hydrogeologiske og/eller geokemiske forhold
- Udvikling af metoder til kvantificering af pesticidstoffluxe væk fra kilden
- Billigere analysemetoder/feltmetoder og målrettede analysepakker

#### **2.2.4 Indgreb ved forureningskilden – afværgeteknologier, delprojekt D**

Der vil være et behov for at udvikle særligt lovende afværgeteknologier for pesticidpunktkilder – både teknologier der er målrettet mod selve kildeområdet, som teknologier, der er målrettet mod forureningsfanen. I det ganske få teknologier er prøvet i fuld skala (Tuxen, 2002), må der påregnes en udvikling, som i første omgang er baseret på forsøg i laboratoriet. Det er dog vores vurdering, at en stor del af den viden, der er fremskaffet for andre forureningstyper de seneste år vil kunne bruges i forbindelse med pesticider. En del af afværgemetoderne vil kunne videreudvikles, således at de også vil kunne anvendes overfor forskellige typer af pesticider.

Umiddelbart er det mest oplagt at initiere udvikling af teknologier, som er rettet mod et bredt spektrum af pesticider. Det kan være fysisk/kemiske afværgeteknologier eller biologiske teknikker (Tuxen, 2002).

Potentialet i at initiere en sådan udvikling af afværgeteknologier er stort. Det kan understreges ved at drage en parallel til vores nuværende viden om en lang række stoffer som olie, benzin og chlorerede opløsningsmidler. Her har der været forskning og teknologiudvikling af metoder til kortlægning, undersøgelse, risikovurdering, prioritering og afværge. Derfor findes der i dag flere løsningsmuligheder til sikring af grundvandsressourcen eller en konkret indvinding. Hvad der forekom urealistisk at rense op for få år siden er i dag muligt for relativt få midler set i forhold til flytning af fx en kildeplads. Endvidere har det højere vidensniveau for disse stoffer givet bedre muligheder for en effektiv regulering af anvendelsen, således at risikoen for forurening fremover minimeres.

Det skal nævnes, at for at beskytte vandforsyninger har aktiv kildepladsstyring med succes været anvendt overfor BAM-kilder (Hansen, 2000). Det er sandsynligt, at denne metode har et bredere potentiale, så den også kan omfatte andre pesticider. Det ville være oplagt at kombinere kildepladsstyring med afværgepumpning, samt konsekvensvurderinger på oplandskala, men der

vil i denne sammenhæng ikke blive fokuseret yderligere på de tekniske aspekter af kildepladsstyring.

### **2.2.5 Miljøøkonomi, delprojekt E**

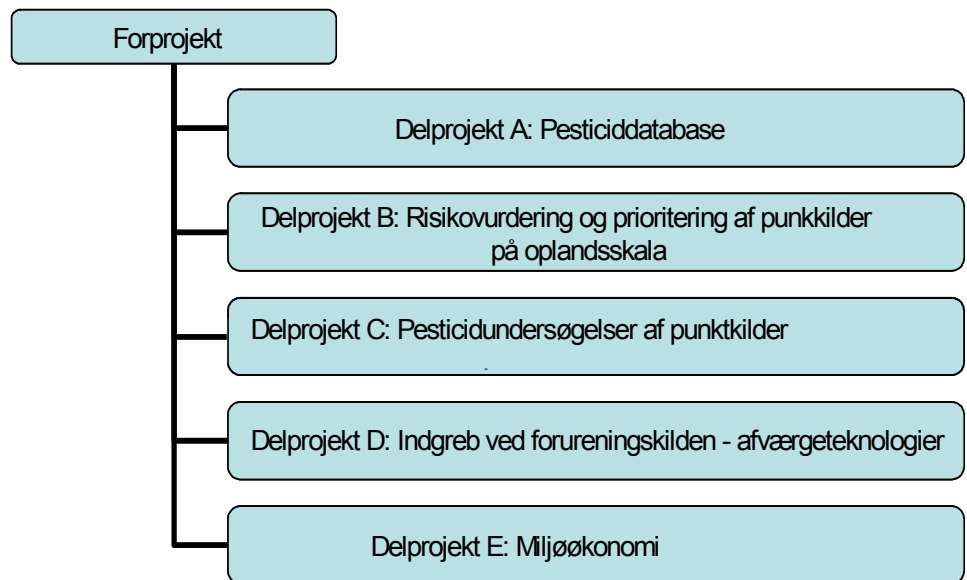
Der eksisterer ofte forskellige indgrebsmuligheder overfor en konstateret grundvandstruende forurening i et opland. Ofte nævnte alternativer er enten at rydde op ved kilden, dvs. fjerne årsagen til forureningen, afværge grundvandsforureningen, rense vandet på vandværkerne før distribution til forbrugerne eller helt forlade den forurenede kildeplads og etablere en ny. Der er således en række strategisk forskellige valgmuligheder.

En meget væsentlig parameter for udvælgelse af den rigtige afværgestrategi vil altid være prisen dvs. hvilke omkostninger, der er forbundet med de aktiviteter, som strategien dikterer. Der er derfor et behov for at tilvejebringe brugbare værktøjer til at beregne omkostningerne ved de forskellige mulige afværgestrategier. Sådanne omkostningsberegninger skal først og fremmest opgøre de direkte udgifter ved at etablere og udføre en afværgeforanstaltning. Udover disse budgetøkonomiske elementer skal også inddrages ressourceøkonomiske parametre, dvs. prissætning af de fysiske ressourcer, der er i spil (dels grundvandet og dels det jordareal, som berøres af de forskellige strategier) samt de omkostninger de valgte afværgestrategier har for ressourcerne.

Der er til dato udført en del miljøøkonomiske beregninger af forskellige afværgestrategier. De foreliggende undersøgelser udgør et udmærket udgangspunkt for at udvikle et miljøøkonomisk prioriteringsværktøj, men ingen af dem kan siges at have opstillet det endelige bud på, hvordan det skal se ud. Det skal være relativt simpelt, og det skal kunne anvendes bredt i forhold til afværgestrategier. Endelig skal det kunne omfatte alle forureningskilder og alle typer af forureninger i et opland, som kan true grundvandet.

## **2.3 Delprojekter**

På baggrund af de opridsede problemstillinger foreslås det at igangsætte 5 delprojekter (figur 2.3) som giver en sammenhængende vidensopbygning og udvikling indenfor pesticider og punktkilder. Det fremgår af det foregående, at der er et tæt samspil mellem projekterne. Dette vil blive yderligere uddybet i kapitel 8



Figur 2.3 Delprojekter for at skabe et vidensløft for pesticider og punktkilder

## 3 Pesticiddatabase (delprojekt A)

### 3.1 Beskrivelse og formål

Antallet af anvendte pesticider i Danmark er meget stort (> 200 siden 1956, Miljøstyrelsen, 1997), de har meget forskellige fysiske og kemiske egenskaber og er blevet anvendt på mange forskellige måder på forskellige afgrøder og årstider. Disse og mange andre faktorer gør, at det hurtigt bliver uoverskueligt at vurdere enkelte pesticiders skæbne i jord og grundvand i forbindelse med fx forureningsundersøgelser, risikovurdering og indsatsplanlægning.

Meget af den viden, som foreligger i dag, er spredt rundt hos producenter, forskningsinstitutioner, hos nøglemedarbejdere i Miljøstyrelsen, i amterne og hos rådgiverne, i videnskabelige publikationer og i en række publikationer udgivet i de senere år, især fra Amternes Videncenter for Jordforurening (AVJ) og Miljøstyrelsen (fx AVJ, 2001-2002; Rügge et al., 2004). Der er derfor såvel fra myndighedernes som fra rådgivernes side udtrykt ønske om at denne viden bliver lettere tilgængelig og overskuelig, så den kan indgå i den daglige forvaltning – noget som i dag kun sker i begrænset omfang. Den oplagte løsning på denne problemstilling er at samle oplysningerne i en database.

Formålet med delprojektet er:

- at **samle** den eksisterende viden om pesticider og metabolitter i en let tilgængelig, brugervenlig pesticiddatabase, med alle relevante parametre, som skal muliggøre bedre undersøgelser af grundvandsforurening i forbindelse med punktkilder eller i forbindelse med prioriteringer af indgreb i indvindingsoplande.

Både nationalt og internationalt eksisterer der forskellige pesticiddatabaser, som man kan søge inspiration hos under udarbejdelsen af en pesticiddatabase – både hvad struktur, indhold, brugerflade og funktioner angår. Der er dog ingen af disse, der har helt samme fokus som pesticiddatabasen (fx den australske PIRI) eller dækker alle de relevante parametre for problemstillingen (fx Pesticide Manual) idet de er udviklet med andre formål for øje. I bilag A kan ses en samlet oversigt over de databaser, som forfatterne har ladet sig inspirere af.

### 3.2 Brugere/mål gruppe

Pesticiddatabasens primære målgrupper forventes at være medarbejdere hos grundvandsmyndigheder og rådgivende firmaer, som udfører tekniske undersøgelser og risikovurderinger af grundvandsforureninger forårsaget af pesticidpunktkilder. Desuden forventes medarbejdere, som gennemfører detailkortlægning af og udarbejder indsatsplaner for grundvandsressourcen, at kunne få gavn af databasen.

Imidlertid kan man også forestille sig andre brugere, der vil have betydelig gavn af en pesticiddatabase. Dette vil i nogle tilfælde kræve enkelte udvidelser af indholdet i databasen, men langt størstedelen af indholdet vil overlappes. Af

andre potentielle brugere kan nævnes Miljøstyrelsen, medarbejdere hos myndigheder og rådgivere, der arbejder med jordforureningsproblemstillinger i forhold til arealanvendelse eller recipienter som åer og søer. Det sidste er yderligere blevet accentueret af EU's vandrammedirektiv, som netop fordrer, at grundvand ses som et hele og at kravene til vandkvaliteten homogeniseres.

Andre oplagte brugergrupper kan være vandværker, kommunale miljømedarbejdere og landbrugskonsulenter. Supplering af indholdet i databasen vil kræve en dialog med de relevante grupper, hvilket ligger udenfor dette projekts rammer.

### 3.3 Indhold (afgrænsning)

Det eksakte indhold af databasen bør naturligvis afhænge af hvilke brugere databasen udvikles til. Væsentligt er også, at visningen af indholdet kan tilrettelægges, således at den tilpasses forskellige brugergrupper.

I det følgende beskrives det relevante indhold i forhold til den primære målgruppe, som er medarbejdere, der arbejder med pesticidgrundvandsforurening. Enkelte steder er der medtaget eksempler på parametre, der kan medtages, hvis målgruppen udvides (fremgår af bilag B). Det gælder fx økotoxikologiske data, der især vil have relevans for overfladevandsopgaver. Det skal dog bemærkes, at sådanne data indgår i SI-Ajour (se afsnit 4.2.1), som er udviklet til risikovurdering i forhold til grundvand.

Ideelt set skal databasen indeholde informationer om alle pesticider (og relevante metabolitter), der har været anvendt i Danmark. Det er et meget stort antal stoffer med forskelligt vidensniveau, og der er stor forskel på, hvor relevante stofferne er i forhold til grundvandsforurening. Det er derfor oplagt at foretage en sortering og opdele dataindsamlingen i basen i flere trin, hvor de mest anvendte og fundne pesticider og metabolitter medtages i første trin. Herefter indføres data om mindre hyppigt forekommende pesticider og data om pesticider, hvor vidensniveauet er lavt.

Mange forskellige typer af data vil være relevante at medtage i databasen, og disse data kan have vidt forskellig kvalitet. Nogle type data (fx opløseligheden af et pesticid) er en konstant, mens andre typer af data (fx den aktuelle håndteringspraksis for pesticidet) vil være data, som er mere "bløde" og variable. Denne sidste type data er dog alligevel meget værdifuld i databasen – fx vil viden om håndteringspraksis for pesticidet give brugeren mulighed for at vurdere, hvor på en given lokalitet det er mest sandsynligt, at der er sket et spild.

Med en database med data af forskellig kvalitet er det nødvendigt at indføre en **kategorisering** af disse forskellige kvaliteter – man kan forestille sig type A, B, C osv data, hvorved brugeren tydeligt kan se, hvilke data, der er baseret på referencer, og hvilke data der mere ligner "et bedste bud". Kategoriseringen af data bør endvidere følges af en kildeangivelse.

Flere af pesticiderne nedbrydes i overjorden, den umættede zone eller grundvandet under dannelse af stabile metabolitter (fx nedbrydes dichlobenil til BAM), og alle pesticiderne udbringes sammen med en række hjælpestoffer. Disse to kategorier af stoffer kan potentielt set give anledning til ligeså store grundvandsproblemer som pesticiderne selv, og derfor bør data så vidt muligt også medtages for metabolitter og hjælpestoffer.

### 3.3.1 Hovedgrupper af data

De data, der er relevante at medtage i pesticiddatabasen er inddelt i følgende hovedgrupper:

- Fysisk-kemiske data
- Fate-egenskaber
- Produktinformationer
- Forbrugsdata
- Fund
- Analyser
- Referencer

I bilag B ses lister over dataindholdet i hver af hovedgrupperne. Disse lister skal opfattes som ideoplæg, som, hvis der er gode argumenter derfor, kan reduceres eller udvides.

**Fysisk-kemiske data** såsom opløselighed, damptryk og  $K_{oc}$ -værdier giver brugeren mulighed for fx at vurdere fasefordelingen af pesticidet, og dermed om der er sandsynlighed for at det udgør et grundvandsproblem. CAS-nummeret og den danske STANDAT-kode giver mulighed for entydigt at identificere, hvilket stof der er tale om.

**Sorption og nedbrydningsdata** er fx eksperimentelt fundne nedbrydningsrater eller fordelingskoefficienter mellem vand og jord ( $K_d$ -værdier). Sådanne værdier vil altid afhænge af redoxmiljøet, geologiske og geokemiske karakteristika for sedimentet, den eksperimentelle praksis osv, og derfor bør så mange data som muligt medtages, dækkende så mange af disse forskelle som muligt. Dette vil give brugeren mulighed for at vælge de data, der passer bedst til den aktuelle situation og endvidere vurdere, hvor stor betydning fx redoxforholdene har på en given parameter.

**Produktinformationer** kan fx anvendes til at finde det aktive stof, når man kun har information om handelsprodukter anvendt på en given bedrift. Endvidere vil det være meget nyttigt at vide, om et pesticidprodukt har været flydende eller på granulatform, og på hvilke afgrøder pesticiderne har været anvendt.

**Forbrugsdata** omhandler viden om hvordan og i hvilket omfang pesticiderne har været anvendt. Har man fx en losseplads der var aktiv i perioden fra 1960-1970 kan man umiddelbart finde ud af, hvilke pesticider det er mest sandsynligt at finde i de største mængder, og et kendskab til afgrødetyperne i området vil yderligere specificere denne viden. I denne gruppe vil det være ønskværdigt om "blødere" data som fx særlig uhensigtsmæssig håndtering af et specielt pesticid (måske fordi emballagen til netop dette produkt var uegnet) kunne komme med, da denne type informationer kan hjælpe til at udpege de mest sandsynlige problemer.

**Fund** (eller netop **ikke** fund) af pesticider i grundvandet vil være af stor nytte til at vurdere, hvilke pesticider det er mest relevant at fokusere på. Der skal skelnes mellem fund i LOOP, GRUMO, på vandværker, enkeltsvandforsyninger og ved forureningsundersøgelser. De særlige omstændigheder ved fundene skal helst specificeres, så man fx kan korrelere fund af særlige pesticider med en særlig branche, geologi eller geokemi.

**Analyser** omhandler hvilke metoder man kan analysere for de forskellige pesticider med, hvad der er detektionsgrænsen for den enkelte analyse, og hvilke pesticider der kan analyseres med samme analysemetode. Denne viden kan hjælpe til at planlægge et analyseprogram, samt vurdere om forskelle i fund for enkelte stoffer fx er påvirket af forskelle i detektionsgrænse.

**Referencer** er et essentielt krav for data, der skal indgå i databasen. Det er meget vigtigt for den enkelte bruger, at se hvor den enkelte information stammer fra, og i hvilken sammenhæng den indgår. Endvidere vil det være af stor værdi, hvis man kan indhente mere information om et særligt interessant pesticid via referencerne.

### 3.4 Samspil med andre databaser

I dette projekt skal eksisterende relevante databaser med oplysninger om pesticider kortlægges, således at pesticiddatabasen trækker på relevante databaser, som løbende opdateres.

Der findes mange fysisk-kemiske data i Hazardous Substance Data Bank eller Pesticide Manual, og mange fund-data er registreret hos GEUS. ROKA/det planlagte jordforureningsregister JAR vil indeholde data vedr. sagsbehandlingen i forbindelse med forurenede arealer, sådan som ROKA gør i dag. Endvidere har Miljøstyrelsen en forbrugsdatabase, og produktinformationer og distributører er samlet i Dansk Landbrugsrådgivnings Middeldatabase (se bilag A).

Det kan være hensigtsmæssigt at trække data fra eksisterende eller kommende databaser. Endvidere vil det i andre tilfælde være hensigtsmæssigt at linke til databaser frem for at indføre data i pesticiddatabasen, hvilket dels vil reducere arbejdet med at indføre data i pesticiddatabasen, og dels reducere mængden af data, der skal opdateres i pesticiddatabasen (se også afsnit 3.7).

Nogle af disse relevante databaser er public domain, mens andre databaser er lukkede. Derfor skal mulighederne for at trække på eksisterende eller kommende databaser undersøges. Amternes Miljøportal-projekt opererer fx med web-services, som stiller data til rådighed via web-adgang.

#### 3.4.1 Kategorisering af data

Relevante data vil for de fleste hovedgrupper kunne leveres fra én eller flere eksisterende databaser (leverandørdatabaser).

Hver enkelt leverandørdatabase vil indeholde data af forskellig kvalitet. Det bliver derfor vigtigt at vide, hvilken kvalitet forskellige datatyper har i den pågældende database. Dette for at have en mulighed for at foretage et kvalificeret valg af data fra samme hovedgruppe. Leverandørdatabaserne skal beskrives generelt, herunder, ejer- og ansvarsforhold, hvilket sprog, der benyttes, proceduren for kvalitetssikring af data, opdateringsfrekvensen, relevansen af data under danske forhold mm.

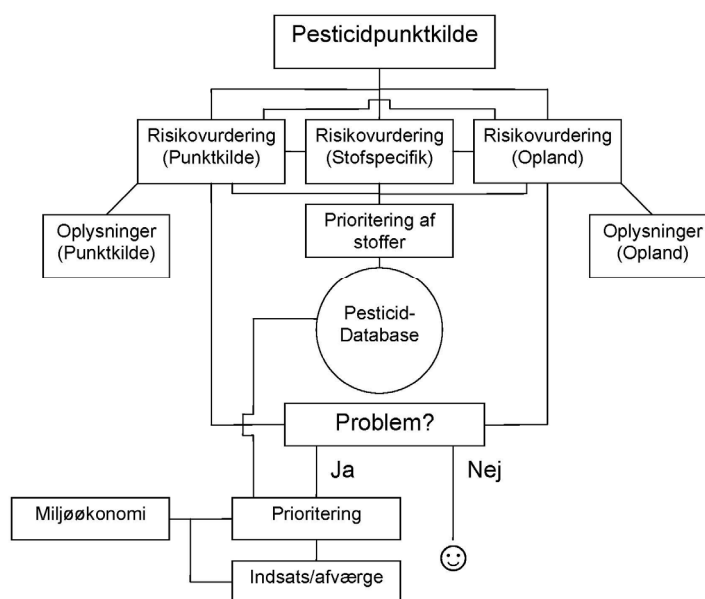
Desuden skal der foretages en vurdering/kategorisering af kvaliteten af de enkelte datatyper. Det vil sandsynligvis ikke være tilstrækkeligt at trække på data fra eksterne kilder. På grund af de store krav om detaljering, der stilles til pesticiddatabasen, forventes det derfor, at en del data må indlægges direkte. Her kunne fx nævnes referencer, beskrivelser af leverandørdatabaser,



kategoriseringen af data. Disse data skal kvalitetssikres, og lagrings- samt opdateringsprocedure skal beskrives.

### 3.5 Funktioner og samspil med andre delprojekter

Pesticiddatabasen skal fra starten tænkes ind i en større sammenhæng med funktioner og rutiner, der udarbejdes i senere delprojekter. Man kunne tænke sig, at man i sidste ende havde en komplet programpakke, hvor første del var pesticiddatabasen (som dog skal kunne eksistere som en selvstændig enhed). Dette er illustreret i figur 3.1, hvor det ses, at pesticiddatabasen vil være et grundelement i programpakken.



Figur 3.1 samspillet mellem pesticiddatabasen og en række funktioner, herunder prioriteringsfunktioner, risikovurdering på stof, punktkilde- og oplandsniveau, indsats/afværgemodul, miljøøkonomi samt eksterne oplysninger (punktkilde, opland)

Funktioner og rutiner skal så vidt muligt betragtes som eksterne rutiner der anvendes på udtræk fra databasen. Rutinerne kan fx baseres på en prioritering på grundlag af specifikke oplysninger om de enkelte stoffer. I det omfang oplysningerne om et givet stof bliver opdateret, vil det umiddelbart afspejles af funktionernes output.

#### 3.5.1 Prioriteringsfunktioner

Man kan overveje, om det er hensigtsmæssigt at medtage simple funktioner til prioritering af, hvilke pesticider, der først og fremmest bør fokuseres på. Denne type funktioner kan anskueliggøres som en slags "si"-funktioner, idet pesticiderne skal passere forskellige (teoretiske) filtreringstrin, hvor pesticider vil blive tilbageholdt, såfremt de besidder en kombination af egenskaber, der gør dem særligt interessante som potentielle grundvandsforureningsstoffer.

Ved anvendelse af "si"-funktioner muliggøres således rangordning af forskellige pesticider ud fra fx fysisk-kemiske og/eller skæbne/effekt-

egenskaber. Fordelen ved dette er, at det hurtigt bliver muligt at identificere problempesticider, som det i en forureningsundersøgelse vil være relevant at fokusere indsatsen mod. For at undgå, at prioriteringsfunktionerne gør databasedelen mere kompliceret at konstruere, bør disse være et separat modul, som blot henter data i databasen, men ikke som sådan er integreret i databasen. Dette er kun muligt, hvis datakrav til brug i "si"-funktionerne er specificeret ved opbygning af databasen, og udviklingen af de separate moduler må derfor nødvendigvis ske i samspil med databaseopbygningen.

For brugeren må det forventes at "si"-funktioner kan bidrage til et bedre overblik over relevante stoffer og stofegenskaber. Det er dog vigtigt at understrege, at "si"-funktionerne udelukkende er prioriteringsredskaber baseret på stoffernes iboende egenskaber og evt. anvendelse, og altså ikke omfatter egentlige risikovurderingsfunktioner.

### 3.5.2 Risikovurderingsfunktioner

En funktion det ville være hensigtsmæssigt at have med i den endelige programpakke er et risikovurderingsværktøj for en punktkilde á la Miljøstyrelsens risikovurderingsværktøj JAGG, hvor brugeren indtaster lokalitetsbestemte data såsom geologi, hydrogeologi, geokemi osv., samt vælger de parametre i databasen (hvis der er flere), som passer bedst til lokaliteten. Risikovurderingsværktøjet henter så de relevante data i databasen til beregningerne. I afsnit 5.2.3, delprojekt C, beskrives mere indgående, hvilke elementer der bør indgå i en risikovurdering af en enkelt kilde.

Et andet relevant værktøj kunne være et risikovurderingsværktøj til indvindingsoplande. Her kunne brugeren indtaste informationer om regional geologi, hydrogeologi osv. samt anvendte mængder pesticider på de enkelte bedrifter - alternativt **sandsynlige** mængder anvendte pesticider, som det er set i projektet pesticidkortlægning i Ringkjøbing Amt (Ringkjøbing Amt, 2004).

I afsnit 4.3, delprojekt B, beskrives mere indgående hvilke elementer der bør indgå i en risikovurdering i forhold til indvindingsoplande. På tilsvarende måde kan man forestille sig værktøjer, der vurderer afværgestrategier og beregner økonomi på forskellige strategier, som det er beskrevet i delprojekt D og E (kapitel 6 og 7).

## 3.6 Brugerflade

Pesticiddatabasens brugerflade skal fremstå lettilgængelig og overskuelig, og skal indbygges i den programpakke, der både vil indeholde pesticiddatabasen samt en række funktioner.

Brugerfladen skal være overskuelig med relativt få muligheder for at påbegynde søgen i databasen. Indgangen til databasen bør sikre, at man fra en meget sporadisk viden om et pesticid kan udnytte informationerne i databasen.

Den skal være web-baseret, således at den kan åbnes med de mest gængse web-browsere fx Internet Explorer.

Indgangen til databasen bør fx ske ved indtastning af en eller flere af følgende oplysninger:

- CAS nr.

- Navn på aktiv stof
- Handelsnavn
- Navn på metabolit
- Standat nr. eller lign.

Brugerfladen kunne herefter med fordel indrettes ud fra forskellige brugerscenarier.

For hvert scenario indrettes et vindue, hvor relevante hovedgrupper af data fremkommer. Herved fås en mulighed for en mere avanceret søgning i databasen.

### 3.7 Vedligeholdelse, ansvar, ejerskab

For at sikre værdien af databasen, er det essentielt, at data er opdaterede. Dette er et argument for så vidt muligt at trække data om pesticider fra web-baserede løsninger med en stor brugergruppe – denne løsning kan være med til at sikre et højt niveau af kvalitetssikring af data.

Problemet ved denne løsning er sprog – hvis pesticiddatabasen forventes at vise oplysninger, som ikke alene er talværdier, om stoffer på dansk, er antallet af web-databaser, der kan trækkes på meget begrænset.

Da det ikke er optimalt, at konstruere en færdig database, der kun vil være fuldstændig opdateret samme år som færdiggørelsen, er det væsentligt at oprette forskellige driftsrutiner. Der bør fx oprettes rutiner for indberetning og opfølgning på fejl i tilfælde af, at brugerne af pesticiddatabasen finder fejl i data.

Den mest optimale løsning vil være at udvikle en web-baseret løsning. I det omfang pesticiddatabasen baseres på oplysninger fra andre kilder, der ikke er tilgængelige via web-løsninger, skal der opstilles retningslinier for opdateringer.

Det bør afklares, hvem der skal forestå driften af pesticiddatabasen, og hvilket omfang driften bør have.



# 4 Risikovurdering og prioritering af punktkilder på oplandsskala (delprojekt B)

## 4.1 Beskrivelse og formål

I kapitel 2 blev de væsentlige problemstillinger i forhold til pesticidpunktkilder ved undersøgelser, planlægning af afværge, etablering af strategi for flytning af kildeplads og udarbejdelse af indsatsplaner beskrevet. Denne beskrivelse viser tydeligt, at der er behov for en samlet vurdering af indsatsens effekt i et indvindingsopland, så de enkelte tiltag kan sammenlignes på et fagligt grundlag. Vurderingen skal i tilfælde af indgreb kunne føre frem til en prioritering, som også indeholder en vurdering af usikkerheder og miljøøkonomi. De tekniske vurderinger af fx afværgeteknologier bliver diskuteret i kapitel 6, mens de miljøøkonomiske vurderinger, som formentlig er af afgørende betydning i den endelige prioritering, bliver beskrevet i kapitel 7.

Når der er tale om prioriteringer af indgreb overfor punktkilder kan man ikke se isoleret på pesticidpunktkilder. Prioritering af indgreb skal for at give mening inddrage pesticider og andre grundvandstruende stoffer fra både fladeforureninger og punktkilder. Det kan i visse oplande betyde, at pesticider og punktkilder er af sekundær betydning fx i egentlige by- og industriområder, mens pesticider i andre oplande er den mest betydende problemstilling, som det er tilfældet i eksemplet for grundvandsoplandet på Tåsinge (kapitel 2).

En forudsætning for at kunne foretage vurderinger på oplandsskala er at etablere en tilstrækkelig viden omkring bidraget fra de enkelte pesticidpunktkilder. Dette beskrives i delprojekt C i kapitel 5, hvor pesticidernes skæbne og fluxen af pesticider fra punktkilder er i centrum.

Et ideelt krav til vurderingerne på oplandsskala er, at de skal være gennemsigtige og reproducerbare, så de berørte parter har et godt grundlag for at forstå de efterfølgende beslutninger. En vigtig brik i en sådan proces er visualisering og her skal anvendelse af de nyeste GIS-værktøjer spille en væsentlig rolle.

Værktøjet skal endvidere forholde sig til lagring af data. Ofte er data fra undersøgelser i mange amter ikke systematisk lagret i databaser, således at der kan foretages søgninger, supplerende beregninger og kobling til GIS-værktøjer. Ofte er data kun samlet i undersøgelsesrapporter, og de indhentede informationer er meget inhomogene. Der vil kunne mangle nøgleoplysninger eller også er oplysningerne spredt over en række rapporter, så de er svære at få overblik over.

På baggrund af erfaringer fra og informationer fra indsatsplaner omkring geologi, hydrogeologi, fund af pesticider, arealanvendelse, vandindvinding, flow- og partikelbanemodeller skal der udvikles:

- Et værktøj/modelkomplex til at foretage en samlet vurdering af indgreb og nye tiltag i et grundvandsopland
- Kildestyrkemodel/forureningsflux baseret på ukomplette datasæt for enkeltkilder (i samspil med delprojekt C)

Værktøjet/modelkomplekset skal afprøves på et udvalgt værkstedsområde, hvor der er mulighed for at teste datakvalitet, vurderinger og prioriteringer. Der vil i dette forprojekt blive peget på fire mulige værkstedsområder, hvoraf ét skal endeligt udpeges i selve projektet.

Værktøjet skal give basis for at vurdere problemets omfang og tidsperspektiv. Er der tale om en lav koncentration i lang tid eller en akut forurening?

## 4.2 Eksisterende koncepter og værktøjer

Der eksisterer en lang række værktøjer som beskæftiger sig med risikovurdering af punktkilder. Nedenstående oversigt er en ikke-udtømmende liste over forskellige koncepter/værktøjer, som er blevet præsenteret de senere år:

### Risikovurderingsværktøjer

- RISC Workbench (Risc, 2004)
- JAGG (Miljøstyrelsen, 1998)

### Scorebaserede prioriteringssystemer

- Drastic (Aller et al., 1986)
- System til prioritering af punktkilder (Miljøstyrelsen, 1995)
- SI-Ajour, Københavns Amt (2003)

### Integrerede risikovurderingsværktøjer på oplandsskala

- Hedeselskabets koncept (Jørgensen, 2002)
- Eks. projekt M&R DTU/Kbh's Amt (Jansen, 2004)
- Ringkjøbing Amt, Watertech (Ringkjøbing Amt, 2004)

#### 4.2.1 Risikovurderingsværktøjer og scorebaserede prioriteringssystemer

Der er udviklet en række værktøjer som er rettet mod at vurdere risikoen for en enkelt punktkilde. Her ses på kildestyrke, eksponeringsveje, spredningsmekanismer, som samlet anvendes til at lave en risikovurdering på en specifik punktkilde. Værktøjerne indeholder ofte nogle beregningsmoduler, så der kan udføres simple beregninger under forenkede betingelser. Eksempler på sådanne modeller er RISC Workbench (Risc, 2004) og JAGG (Miljøstyrelsen, 1998), som anvendes i stor udstrækning i Danmark og udlandet. Styrken ved disse værktøjer er, at de sætter fokus på betydende parametre og er kvantitative. Et problem er dog, om de giver et nuanceret risikobillede. Hvis de er for simple eller for konservative vil alle forureningskilder give samme resultat, så der ikke er grundlag for at foretage en prioritering.

De mest anvendte værktøjer i Danmark til prioritering af punktkilder er baseret på scoresystemer. Det vil sige systemer, hvor forskellige parametre

inddrages og tildeles en score, der summeres for hver punktkilde. Typisk inddrages forureningstypen, punktkildens beliggenhed og naturgivne forudsætninger. Den samlede score kan derefter sammenlignes for forskellige punktkilder, så der opnås en rangordning og et grundlag for prioritering.

Et af de mest brugte scorebaserede værktøjer internationalt er modelsystemet "Drastic" (Aller et al., 1986), der har været anvendt i bl.a. Sverige og USA. Systemet er rettet mod at vurdere den relative sårbarhed i forhold til grundvandsforurening med pesticider. Ved hjælp af systemet kan sårbarhedskort udarbejdes, som viser, hvor den potentielle risiko for forurening af grundvandet er størst.

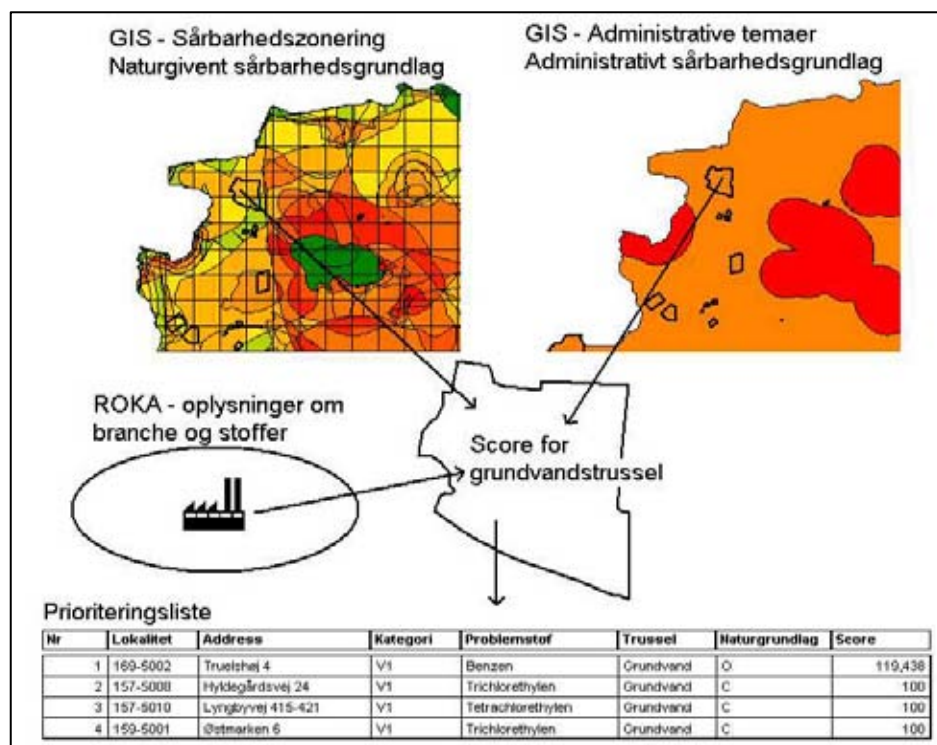
I Danmark udgav Miljøstyrelsen i 1995 rapporten "System til prioritering af punktkilder", som også baserer sig på et scoresystem (Miljøstyrelsen, 1995). Siden dengang er det generelle vidensniveau omkring stoffers skæbne forbedret og på IT-området, specielt indenfor GIS-området, er der sket en kolossal udvikling. Det har i amterne initieret et stærkt ønske om at forbedre prioriteringsværktøjerne, herunder inddrage ny stofviden løbende, rumme flere informationer og bedre mulighederne for at visualisere resultaterne. Det mest avancerede værktøj til dato er SI-Ajour, som Københavns Amt har udviklet (Københavns Amt, 2003).

SI-ajour (Sårbarheds-Index som føres -ajour) foretager en sårbarhedszonering, som efterfølgende benyttes til at prioritere punktkilder i Københavns Amt. Der indgår 3 hovedkomponenter i systemet:

- 1) Sårbarhedszonering. Naturgivent sårbarhedsgrundlag
- 2) Administrative temaer. Administrativt sårbarhedsgrundlag
- 3) ROKA -oplysninger om branche og stoffer

For hver af de tre hovedkomponenter udarbejdes et sårbarhedsindex, som er en vægtning af forskellige parametre. I det naturgivne grundlag er det fx. infiltrationens størrelse, lerlagstykkelsen, dybde til primært vandspejl, magasinforhold, sekundære magasiners mægtighed, vandtyper og afstand til drikkevandsindvinding. De administrative temaer fokuserer primært på punktkildens beliggenhed i forhold til "Områder med Særlig Drikkevandsinteresse" (OSD) og indvindingsoplande. Den sidste hovedkomponent er branchesårbarhed og stofsårbarhed, som angiver potentialet for forurening på baggrund af branchen og stoffernes egenskaber (mobilitet, nedbrydelighed og toksicitet). Branchen har kun betydning i det tilfælde, hvor punktkilden er fastlagt alene på V1 niveau.

Det samlede SI-punktkilder Index er summen af de tre sårbarhedsindexer. Systemet er illustreret i figur 4.1.



Figur 4.1 Model system for prioritering af en punktkilde i forhold til grundvandstrussel (Københavns Amt, 2003).

Fordelen ved SI-ajour er, at konceptet intuitivt er let at forstå. Det inddrager en række oplysninger, som allerede er kortlagt, og de indsamlede oplysninger kan også anvendes til andre formål.

SI-ajour er ikke verificeret, da en egentlig verificering af prioriteringsrækkefølgen ikke kan gennemføres. Jensen og Sørensen (2004) har evalueret scoresystemet, herunder betydningen af de forskellige vægtningsparametre. Evalueringen har vist, at der både er tilsigtede og utilsigtede effekter af SI-ajour's struktur på prioriteringen af forurenede lokaliteter. De utilsigtede effekter, stiger jo mere komplekst systemet er. På trods af at scoresystemet konceptuelt er simpelt, kan resultaterne være vanskelige at fortolke.

En generel ulempe ved scorebaserede systemer er, at de giver et statisk billede af risikoen, hvilket er problematisk i et dynamisk grundvandssystem, hvor stofferne kan spredes over lang tid og store afstande. Samtidig opererer de eksisterende værktøjer med en række forudsætninger omkring sammenhæng mellem naturgivne forudsætninger og risiko, fx tykkelse af lerlag. Disse forudsætninger tager ikke altid højde for de reelle forhold omkring nedsivning og stofspredning, hvilket betyder, at de forudsatte sammenhænge kan være forkerte, så et tykt lerlag i en given situation fx ikke yder god beskyttelse.

En anden svaghed er vidensniveauet omkring pesticiderne, enkeltkilder og måden enkeltkilder repræsenteres i de nuværende scorebaserede systemer. Typisk fokuseres der kun på stoftypen ved en punktkilde fx benzinstoffer eller klorerede opløsningsmidler. Dette sammenholdes med stofegenskaber, således at klorerede opløsningsmidler fx vurderes mere problematiske end benzinstoffer i aerobe magasiner. Sådanne generaliseringer er umulige for pesticider som gruppe, da de har vidt forskellige egenskaber. Samtidig inddrages kvantitative oplysninger om kildestyrke, masse/volumen af



forurening, målte koncentrationer eller udsivningens størrelse ikke, således at der ikke opnås en graduering, som er baseret på den faktiske forurening, hvor den er kendt.

#### 4.2.2 Integreerede risikovurderingsværktøjer på oplandsskala

I en erkendelse af, at der er behov for dynamiske vurderinger har Hedeselskabet (Jørgensen, 2002) arbejdet med et samlet modelkoncept til helhedsvurdering af grundvandskvaliteten og dens udvikling på oplandsskala. Modelkonceptet er afprøvet for BAM-forurening i et indsatsområde i Frederiksborg Amt. Modelværktøjet kobler eksisterende modelkoder (MACRO/DAISY, FRA3D, ModFlow), der giver en sammenhængende beskrivelse af forureningskilder, hydrologi, rodzone, dæklag, grundvand og vandindvinding. Modellerne kombineres med GIS, der giver mulighed for stedbestede input data og visualisering. Modelkonceptet giver mulighed for at producere gennembrudskurver og sammenligne bidrag fra forskellige kilder over tid. Forudsætningen er, at kildestyrken er troværdig, hvilket oftest ikke er tilfældet. Modelværktøjet er ikke verificeret, men de beregnede opholdstider for et konkret opland er sandsynliggjort ud fra aldersdateringer.

Jansen (2004) har på Miljø & Ressourcer sammen med Københavns Amt arbejdet med et modelværktøj, som fokuserer på kvantitative oplysninger om punktkilder i en databasestruktur, og simuleringer af indvindingsoplande over tid (capture zones). Værktøjet er udviklet for et indsatsområde ved Tåstrup, hvor der er en række forholdsvis velbeskrevne punktkilder (V1 og V2-kortlagte) med især klorerede opløsningsmidler. De eksisterende informationer fra undersøgelsesrapporter er samlet og homogeniseret i en database. Databasen rummer mulighed for en direkte kobling til GIS-værktøjer, så der kan udtegnede relevante temaer. I databasen er der opbygget et beregningsværktøj, som kan beregne kildestyrke/udsivning på baggrund af lokalitetsspecifikke oplysninger. Kildestyrkeberegningerne baserer sig på kendte beregningsmetoder og kan let revideres.

Der er foretaget beregninger i ModFlow (GMS) af indvindingsoplande for et konkret vandværk på baggrund af en eksisterende grundvandsmodel for området (Jansen, 2004). Dermed får man en beskrivelse af hvilke punktkilder, der er relevante baseret på deres placering og tidshorizonten. Der kan tages højde for både nedbrydning og sorption i disse beregninger. Ved at anvende de beregnede kildestyrker/udsivninger fra relevante punktkilder kan der laves en simpel vurdering af de resulterende koncentrationer i indvindingsboringerne over tid. Disse beregninger kan sammenlignes med de faktisk observerede. Modelværktøjet er ikke verificeret på nuværende tidspunkt.

Begge de beskrevne risikovurderingskoncepter kan anvendes til en vurdering af indgreb på oplandsskala, men ingen af de koncepter har været anvendt i forbindelse med pesticidpunktkilder. Styrken ved værktøjerne er, at de opererer med en dynamisk beskrivelse baseret på den aktuelle hydrogeologiske situation. Dermed kan beregningerne løbende opdateres, når vidensgrundlaget forbedres.

Et fælles problem for begge de beskrevne værktøjer er at etablere troværdig viden om pesticidhåndtering og fladebelastning med pesticider. I et projekt for Ringkøbing Amt har Watertech udviklet et værktøj (Ringkøbing Amt, 2004), der på grundlag af landbrugets registerdata (GLR) samt Miljøstyrelsens årlige bekæmpelsesmiddelstatistik, giver mulighed for at lave opgørelser over den

sandsynlige håndtering og anvendelse af pesticider på landbrugsbedrifter og marker. Opgørelsen sker på aktivstofniveau for perioden 1991-2002. Der er mulighed for en årlig opdatering af databasen. Metoden er bygget op over en GIS-brugerflade, hvor der med forskellige specialudviklede værktøjer kan laves opgørelser for relevante områder. Databasen er pt. udarbejdet for Ringkjøbing Amt, men kan i princippet udarbejdes for hele eller dele af Danmark. En verificering af resultaterne for et område i Ringkjøbing Amt med virkelige data indikerer en god overensstemmelse.

Fordelen ved denne form for risikovurdering er, at forbrugsopgørelsen bygger på den aktuelle afgrødefordeling på markniveau samt oplysninger om faktisk solgte mængder aktivstof fordelt på afgrøder. Kortlægningen giver således et kvalificeret skøn over anvendte mængder aktivstof på mark- og bedriftsniveau. Begrænsningerne ved metoden er bl.a. at kortlægningen pt. kun kan ske tilbage til 1991 grundet manglende datamateriale. Såfremt der opnås adgang til Miljøstyrelsens bekæmpelsesmiddelstatistik for perioden før 1991, kan der sammen med opgørelser af den kommunevise afgrødefordeling fra Danmarks Statistik opnås en lignende kortlægning af fladebelastningen for perioden før 1991. Opnås derudover adgang til virksomhedsregistre med oplysninger om dyrket/ejet areal fra Told og Skat og evt. bedriftsvis afgrødefordeling fra Danmarks Statistik vil det ligeledes være muligt at opnå en meget præcis kortlægning af den sandsynlige punktkildebelastning for perioden før 1991. En anden begrænsning er, at metoden pt. kun omfatter landbrugets forbrug af pesticider, mens skovbrug, gartneri, planteskoler samt offentligt og privat ikke-landbrugsmæssigt forbrug ikke er omfattet af kortlægningen. En del af dette forbrug kan dog ligeledes estimeres, såfremt der opnås adgang til de nævnte registre.

### 4.3 Beskrivelse af værktøj/koncept

På baggrund af ovenstående bør følgende elementer indgå i det endelige modelværktøj.

- Evaluering af eksisterende risikovurderingsværktøjer
- Database over punktkilder, som evt. er koblet til pesticiddatabasen (delprojekt A)
- Beregning af kildestyrke for pesticidpunktkilder (koordineret med Pesticidundersøgelser af punktkilder, delprojekt C)
- Beregning af kildestyrke for andre punktkilder
- Inputfunktion for pesticider fra fladekilder
- Dynamisk simuleringsværktøj
- GIS-koblet værktøj til visualisering
- Usikkerhedsvurderinger

#### 4.3.1 Beskrivelse af modelværktøj

På baggrund af de tidligere beskrivelser er der følgende funktionskrav til modelværktøjet/koncept:

Modelværktøjet/konceptet skal kunne inddrage oplysninger om

- Pesticider fra pesticiddatabasen og evt. også andre grundvandstruende stoffer

- Pesticidpunktkilder (evt. fra en punktkildedatabase), herunder oplysninger om beregnede kildestyrker af pesticidpunktkilder (delprojekt C)
- Beregnede kildestyrke for andre punktkilder
- Pesticidbelastningen fra "fladekilder"
- Økonomiske omkostninger fx begrænsninger i pesticidforbrug, afværge af punktkilder, etablering af ny vandforsyning (koblet til delprojekt E)

Modelværktøjet/konceptet skal kunne:

- Foretage en prioritering af indgreb overfor pesticider samt evt. også andre stoffer, således at der bliver tale om en prioritering, der på det bedst tænkelige grundlag sikrer drikkevandsforsyningen og/eller vandressourcen.
- Anvende strømnings- og stoftransportmodeller, som medtager udvaskning fra rodzonen, sprækketransport og strømning i grundvandszonen
- Kvantificere forureningsfluxen fra pesticidpunktkilder
- Foretage usikkerhedsanalyser
- Foretage dynamiske simuleringer
- Visualisere resultater ved hjælp af GIS- værktøjer

Der skal foretages en følsomhedsanalyse af konceptet, og modelværktøjet skal afprøves på et konkret værkstedsområde (se afsnit 4.5), hvor der er tilstrækkeligt med detailinformation, så modellens resultater kan kvalitetssikres.

Det er væsentlig, at konceptets styrker og svagheder, anvendelsesområder samt muligheder for justering belyses. Det udviklede modelværktøj skal være brugervenligt og det skal være let at udbygge, således at fremtidige tilpasninger er mulige. Der skal udarbejdes en tilhørende protokol/vejledning.

#### 4.4 Samspil med andre del projekter

Det værktøj der udvikles til risikovurdering og prioritering i delprojekt B (Risikovurdering og prioritering af pesticidpunktkilder på oplandsskala) afprøves inden for et indvindingsopland i værkstedsområdet. Værkstedsområdet er omdrejningspunktet for de andre delprojekter. De resultater der opnås i forbindelse med afprøvningen og som er af ny viden skal tilbageføres til pesticiddatabasen, delprojekt A (Pesticiddatabasen). Samtidig er databasen bidragsyder og arbejdsredskab for de undersøgelser og forsøg, som foregår i værkstedsområdet i delprojekt B.

Værkstedsområdet rummer også de punktkilder, der er genstand for afprøvning og kalibrering af modellerne i delprojekt C (Pesticidundersøgelser af punktkilder) samt de detailundersøgelser der skal foregå på udvalgte punktkilder.

Delprojekt D (Indgreb ved forureningskilden – afværgeteknologier) skal for de afværgeteknologier, der skal afprøves, både pilot- og fuldskalaprojekter udnytte værkstedsområdet som arbejdsfelt. Afhængig af valg af metode har værkstedsområdet punktkilder eller vandforsyninger, der kan indgå.

Samtidig vil afprøvningen af aktiviteter i værkstedsområdet danne grundlag for det miljøøkonomiske værktøj, der udvikles i delprojekt E (Miljøøkonomi). Delprojekt B leverer således data til delprojekt E.

#### 4.5 Valg af værkstedsområde

Der skal findes et værkstedsområde, der som udgangspunkt ønskes placeret i et af de 3 amter, der er involveret i projektet: Fyn, Vestsjælland eller København. BRK-projektet forløber parallelt med nærværende projekt, og der er et ønske om, at en af undersøgelseslokaliteterne fra BRK-projektet er placeret i det værkstedsområde, som udpeges i nærværende projekt.

Værkstedsområdet skal have en geologi og en hydrogeologi der er bredt dækkende for danske forhold. Det udelukker Bornholm, lavbundsområder og områder med særlig kompleks geologi. Arealanvendelsen skal generelt være landbrug, da pesticidpunktkilder knyttet til gårdspladser og maskinstationer er hovedproblemstillingen i projektet.

##### 4.5.1 Kriterier for valg

På styregruppemøderne er der fremlagt forslag til kriterier for udvælgelse af værkstedsområde. Det er overvejende kriterier der tilsigter, at værkstedsområdet er så velundersøgt som overhovedet muligt, idet der ikke er planlagt, at der skal udføres supplerende undersøgelser.

Kriterierne er opdelt i overordnede og i områdespecifikke. Som udgangspunkt for et ideelt værkstedsområde skal alle kriterierne være opfyldte.

##### Overordnede kriterier

- Et vandværk med et problem, der kræver handling
- Fund af pesticider i indvindingsboringer, ikke bare BAM
- En eller flere detailundersøgelser af pesticidpunktkilder

##### Områdespecifikke kriterier

- Velbeskrevet geologi og hydrogeologi
- Grundvandsmodel og kalibreringsgrundlag
- Stoftransport, partikelbane
- Temakort
- Vandværker med indvindingsoplysninger
- Fund af pesticider i vandværksboringer
- Arealbeskrivelse
- Kortlægning af forureningskilder
- Fund af andre stoffer i vandværksboringer

I tabel 4.1, 4.2 og 4.3 er de opstillede kriterier rapporteret for de 4 potentielle værkstedsområder

##### 4.5.2 Vurdering

Ingen af de 4 værkstedsområder opfylder alle de krav, der indledningsvist blev sat op som værende optimalt for et værkstedsområde. Det generelle problem er, at der mangler detaljerede undersøgelser af pesticidpunktkilder, hvor der er en direkte sammenhæng imellem en pesticidforurenet lokalitet og et vandværk (der er dog fundet pesticider i boringer i alle værkstedsområderne). Det anses som en væsentlig problemstilling, idet sammenhængen imellem

pesticidpunktkilden/-kilderne og vandværket udgør hele grundlaget for at udføre afværgeforanstaltninger. Imidlertid er det netop også problemet med at etablere en sådan sammenhæng, som har dannet baggrund for hele dette projektoplæg.

For de geologiske forhold i de 4 potentielle værkstedsområder er den generelle forskel tykkelsen af den umættede zone og den geologiske variation. Tåsinge og St. Fuglede har en middeltykkelse på henholdsvis 7,4 m og 2,5 m, mens Jullerup og Tåstrup Nord er henholdsvis 19,5 m og 18 m. Geologien for Jullerup, Tåstrup Nord og St. Fuglede er homogen og heterogen for Tåsinge. De hydrogeologiske kriterier viser, at der eksisterer synkrone potentialekort for Tåsinge, Jullerup og Tåstrup Nord, og at diskretiseringen i den anvendte model for St. Fuglede er 2-3 gange større end for de 3 andre områder.

Der er temakort for grundvandsparametre i alle områderne. Der er kun aldersdatering for Jullerup og St. Fuglede. Arealanvendelsen er kortlagt i alle 4 områder - alle er landbrugsområder. Områderne er af forskellig størrelse, og der er forskel på antallet af forureningsundersøgelser, der foreligger. Der er endnu ikke noget vandværk i Tåstrup Nord området, men der planlægges et.

Umiddelbart er Tåsinge mindre velegnet end de 3 andre værkstedsområder, på grund af den komplekse geologi og den tykke umættede zone. De geologiske forhold taler for St. Fuglede, mens de hydrogeologiske forhold er bedst i Tåstrup Nord og Jullerup.

Det er således ikke entydigt at vælge et værkstedsområde ud fra det foreliggende grundlag. Et endeligt valg må afvente det endelige projekt.

I bilagene C-F er de 4 potentielle værkstedsområder beskrevet mere indgående på baggrund af materiale som de 3 amter har fremsendt om områderne.

Tabel 4. Overordnede kriterier for udvælgelse af værkstedsområde

Overordnede kriterier		Tåsinge Fyns Amt	Jullerup Fyns Amt	Tåstrup N. Kbh. Amt	St. Fuglede Vestsj. Amt
Vandværk med problem (ja/nej)		Ja	Nej	(Planlagt vandværk)	Ja
Fund af pesticider i indvindingsboringer - ikke kun BAM (stof)		Ja (BAM)	Nej	Ja (phenoxy-syrer + atrazin)	Ja (dichlorprop MCPA)
Undersøgelser af pesticidpunkt- kilder indenfor indvindings- opland (Antal)	V1	0	0	0	0
	V2	1	0	3	1
	Større under- søgelser	1	0	0	0

Tabel 4.2 Områdespecifikke kriterier for udvælgelse af værkstedområde: geologi og hydrogeologi

Områdespecifikke kriterier	Tåsinge Fyns Amt	Jullerup Fyns Amt	Tåstrup N. Kbh. Amt	St. Fuglede Vestsj. Amt
<b>Geologi</b>				
Geologisk model (beskrivelse)	I 1999 og 2002. 16 profiler i GeoBase	2001. 51 profiler i GeoBase	I GeoEditor	Model i GeoEditor. 10 lag, vekslende ML og DS, DL u. lejret af PL
Tykkelse af umættet zone (meter)	0,3 m – 42,5 m. Middeldybde 7,4 m	Middeldybde 19,5 m	18 m	0-5 m
Antal boringer pr. km <sup>2</sup>	2,5	2,1	2	10/km <sup>2</sup> i tracé + korte boringer
Geologisk lagdeling heterogent/homogent	Heterogent med varierende materiale og dæklagstykkelse	Homogent med tynde dæklag	Homogent. Lagdelt – veldefineret	Rimelig homogent
<b>Hydrogeologi</b>				
Velbeskrevet hydrogeologi. Ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Synkron potentialekort ja/nej	Ja	Ja	Ja	Nej
Grundvandsmodel ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Diskretisering, cellestørrelse	125 x 125	125 x 125	200 x 200 7 lag	500 x 500 10 lag
Kalibreret mod afstrømnings data. (ja/nej)	Nej	Ja	Ja	Ja
Kalibreret mod potentialer. Ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Invers modellering ja/nej	Nej	Ja	Ja	Ja
Stoftransport, partikelbane. ja/nej	Ja	Ja	på vej	Ja, i 6 GRUMO-boringer

Tabel 4.3 Områdespecifikke kriterier for udvælgelse af værkstedsområde, (fortsat): grundvandskemi, kortlægning og vandværksoplysninger

Områdespecifikke kriterier	Tåsinge Fyns Amt	Jullerup Fyns Amt	Tåstrup N. Kbh. Amt	St. Fuglede Vestsj. Amt
<b>Grundvandskemi</b>				
Temakort – angiv hvilke	Kemisk klassifikation af grundvandet mht. hoved og sporelementer samt organiske miljøfremmede stoffer	Kemisk klassifikation af grundvandet mht. hoved og sporelementer samt organiske miljøfremmede stoffer	Selvstændige lag med alle stoffer - vandtype - forvitring	Ja
Temakort med pesticider ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Datering ja/nej	Nej	Ja	(Ja - i delområde)	Ja CFC + model
Arealanvendelse	Landbrug, planteskole, byområde	Landbrug	Landbrug	Landbrug
<b>Områdespecifikke kriterier</b>	<b>Tåsinge Fyns Amt</b>	<b>Jullerup Fyns Amt</b>	<b>Tåstrup N. Kbh. Amt</b>	<b>St. Fuglede Vestsj. Amt</b>
<b>Kortlægning</b>				
Værkstedsområdets størrelse. Km <sup>2</sup>	11,3	11,5	Ca. 5	3
Kortlagt. Arealanvendelse ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Antal landbrug /værkstedsområde	Ca. 20/20	Ca. 5/40-50		5 – 10 (usikkert)
Kortlægning af forureningskilder generelt. V1 og V2 antal	0 V1 Og 3 undersøgte V2	3 V1 (unders. i 2004) og 1 V2 (ej unders.)	8 V2	10
Punktkildeundersøgelser generelt, antal	8	0 (3 indledende i 2004)	8	5
<b>Vandværksoplysninger</b>				
Vandværker med indvindingsoplysninger ja/nej	Ja	Ja	(+ deloplønde til nærliggende vandværker)	Ja
Fund af pesticider i borer inden for værkstedsområdet. Stof og max. konc.	Atrazin 0,41µg/l, desethylatrazin 0,32µg/l, desisopropyl-atrazin 0,65µg/l, MCPP 0,011µg/l, diuron 0,18µg/l, simazin 0,21 µg/l, terbuthylazin 0,96 µg/l og BAM 0,57 µg/l	Bentazon 1,25 µg/l, MCPP 1,68 µg/l, dichlorprop 0,035 µg/l, clopyralid 0,12 µg/l og 4-CPP 0,018 µg/l	Atrazin og phenoxysyrer i overvågningsboringer under drikkevandskriteriet	Dichlorprop 20,3 µg/l, MCPA 1,04 µg/l, BAM 0,11 µg/l, cyanazin 0,03 µg/l og terbuthylazin 0,07 µg/l
Fund af andre stoffer i vandværksboringer	Nej	Nej	Nej	Nej





# 5 Pesticidundersøgelser af punktkilder (delprojekt C)

## 5.1 Baggrund og formål

### 5.1.1 Undersøgelser af pesticidpunktkilder

Der er i amtsligt regi undersøgt ca. 150 potentielle punktkilder, som repræsenterer fx gartnerier, gårdspladser og maskinstationer (AVJ, 2002).

Undersøgelserne har som oftest været på et indledende niveau og ofte har pesticider ikke været det eneste formål med undersøgelsen. Det giver en række begrænsninger i undersøgelsernes omfang: få boringer, begrænsede analysepakker, ingen grundvandskemi og ringe hydrogeologisk viden. I nogle tilfælde har der bevidst været valgt en placering af boringer i mellem de områder, der må formodes at give anledning til pesticidforurening. Dette har umuliggjort en egentlig risikovurdering af de enkelte kilder, men visse generelle konklusioner vedrørende forekomsten af pesticider kan alligevel drages (AVJ, 2002):

- på 97% af de undersøgte lokaliteter fandt man pesticider
- på 8% af lokaliteterne var koncentrationerne meget høje (10-1000 µg/L)
- der blev altid fundet flere pesticider på den enkelte lokalitet
- samlet blev der fundet mere end 90 forskellige pesticider.

Udover de amtslige undersøgelser er ganske få pesticidpunktkilder undersøgt i større detaljer i forbindelse med udrednings- eller forskningsprojekter (fx Reitzel et al., 2004). Resultatet af disse undersøgelser er, som i de amtslige undersøgelser, at der ofte findes mange forskellige pesticider i høje koncentrationer (op til 1000 µg/L) på den enkelte lokalitet. Det er kendetegnende for lokaliteterne, at de har meget komplekse hydrogeologiske forhold påvirket af bygninger, fyld, vaskepladser osv. Dette giver også en kompliceret grundvandskemi, som lokalt kan være påvirket af udsivning af gødningsstoffer og organisk stof, når der er tale om landbrugsejendomme eller maskinstationer.

Gamle lossepladser har også vist sig at give anledning til en væsentlig forurening med pesticider (Baun et al., 2003, 2004; Tuxen et al., 2003, Bisschop-Larsen, 1994). Her er der specielle forhold omkring nedbrydning, der gør sig gældende, og de vil ikke blive yderligere behandlet i denne rapport.

Gamle mergelgrave er også blevet undersøgt i Storstrøms Amt, men de vurderes ikke som et betydende problem i forhold til de øvrige forureningskilder med pesticider (Sørensen et al., 2001).

### 5.1.2 Viden om pesticiders skæbne i grundvand

Pesticider omfatter som gruppe en lang række stoffer med meget forskellige fysiske og kemiske egenskaber. Endvidere har det vist sig at nedbrydningsprodukter efter pesticider kan have egenskaber, der er meget forskellige fra deres moderstof. Kendskabet til de enkelte stoffer og deres nedbrydningsprodukter er derfor vigtig for at kunne vurdere den potentielle trussel overfor grundvandet.

Trods fund af over 90 forskellige pesticider ved punktkilderne er langt de fleste fund blandt stofferne: MCPP, dichlorprop, 2,4-D, MCPA, DNOC, dinoseb, atrazin og simazin (de gamle GRUMO-pesticider) samt isotroturon, bentazon, dichlobenil/BAM og glyphosat/AMPA (Bay, 2002; Bay og Hansen, 2001). Hertil kommer en række relaterede nedbrydningsprodukter og urenheder fra især phenoxysyrer og atrazin. Disse stoffer findes ofte i sammenhæng med moderstofferne (Tuxen et al., 2002).

Generelt er der ringe viden om pesticiders skæbne i dybe jordlag og grundvand, da langt den meste forskning internationalt har været fokuseret omkring landbrugsjord. I Danmark har man dog gennem bl.a. SMP96 og opfølgende aktiviteter på især Miljø & Ressourcer DTU og GEUS opbygget et godt kendskab til de nævnte pesticiders skæbne i grundvand. Landbohøjskolen (KVL) har også arbejdet med problemstillingerne i relation til overjord fx for glyphosat (Gimsing, 2003).

Internationalt er der også opbygget en del viden om især atrazin og glyphosat, så der samlet set er en god viden om disse pesticiders skæbne (sorption og nedbrydning) i grundvandsmagasiner. De fleste undersøgelser er dog udført i "uforurene" akviferer og ikke i relation til punktkildeforureninger, hvor der kan være andre forhold gældende (højere koncentrationer, stofblandinger, substratforhold). Udover de ovenfor nævnte stoffer er der enkelte hyppigt fundne pesticider, hvor vidensniveauet for stofkendskab er mangelfuldt – fx ethofumesat. Dette gør sig også gældende for en række af nedbrydningsprodukterne, som potentielt kan være mere kritiske end moderstofferne.

### 5.1.3 Formål

På baggrund af ovenstående er formålet med delprojektet at:

- Identificere hyppigt forekommende pesticider i forbindelse med undersøgelser af punktkilder
- Litteraturundersøgelse af hyppigt forekommende pesticiders sorption og nedbrydning i relevante systemer
- Laboratorieundersøgelser af sorption og nedbrydning for udvalgte pesticider (hyppigt forekommende, udgør et problem, og er mangelfuldt undersøgt)
- Udvikle en effektiv metode til skrivebordsscreening af pesticidpunktkilder
- Etablere en beregningsmetode til kvantificering af pesticidfluxen væk fra en punktkilde
- Gennemføre undersøgelser på 3 udvalgte pesticidpunktkilder for at verificere screeningsmodellen og den beregnede flux af pesticider

## 5.2 Projektindhold

### 5.2.1 Vurderinger og undersøgelser af sorption og nedbrydning af udvalgte pesticider

Igennem arbejdet med at opbygge pesticiddatabasen skabes der et samlet overblik over vidensniveauet for pesticider. Parallelt med dette arbejde skal den eksisterende viden, der allerede eksisterer om fund af pesticider kobles med disse informationer. Det drejer sig både om fund ved punktkilder (Bay, 2002; AVJ, 2002) og registrering af fund i monitoringsprogrammer (GEUS, 2003b; Rügge et al., 2004) og ved særlige undersøgelser fx (GEUS, 2002). Derved indhentes et samlet overblik over vidensniveau og omfanget af problemerne med pesticider. Sandsynligvis vil det føre frem til, at der savnes specifik viden om visse problematiske pesticider. De identificerede pesticider prioriteres, og der udarbejdes en litteraturundersøgelse om transport, sorption og nedbrydning af de 10 højst prioriterede. Litteraturundersøgelsen for disse pesticider skal have særlig fokus på umættet zone og grundvand.

Med baggrund i denne litteraturundersøgelse gennemføres laboratorieundersøgelser af sorption og nedbrydning af 4-5 pesticider, hvor vidensgrundlaget er spinkelt. Der fokuseres på pesticider, som findes i værkstedområdet og som ud fra skrivebordsscreeningen udgør et problem (afsnit 5.2.2.). Supplerende inddrages evt. pesticider, der på landsplan udgør et problem (monitoringsprogrammer) og/eller som er identificeret i forureningsundersøgelser af punktkilder.

Laboratorieforsøgene skal omfatte stoffernes opførsel under tillempede naturtro forhold i umættet zone og grundvand. Der skal lægges vægt på, at koncentrationer og redoxforhold afspejler realistiske forhold ved pesticidpunktkilder. Undersøgelserne skal hvis muligt udføres med radioaktivt mærkede stoffer ( $^{14}\text{C}$ ), så nedbrydning såvel som mineralisering vurderes.

### 5.2.2 Undersøgelsesmetoder og spredningsveje

Pesticider relateret til punktkilder stammer typisk fra vaskepladser, hvor sprøjteudstyr er rengjort (figur 5.1), men også intensiv brug på gårdspladser kan være et problem (Helweg, 1994). Der eksisterer ikke et samlet overblik over problemets omfang, årsager til spild og håndtering af affald, men Krarup (2003) anfører, at bedriftstjek har vist, at problemet er reelt. I lyset af denne mangel på viden er der, som beskrevet i indledningen, igangsat et projekt (Risikovurdering af pesticidpunktkilder under Teknologi Udviklingspuljen, Regionskommune Bornholm), som skal belyse forhold omkring pesticidhåndtering og spredning i nærzonen omkring vaskepladser. Fokus vil være på typiske landejendomme, så der kan opnås erfaringstal fra de typer af gårde og vaskepladser, der er hyppigst forekommende i Danmark. Projektet er i skrivende stund ikke endeligt defineret, men det forventes, at projektet kan levere vigtigt input til undersøgelsesmetoder og kildestyrkevurdering.



Figur 5.1 U hensigtsmæssig indrettet vaskeplads

Der er behov for viden, som sætter myndighederne i stand til at foretage en kvalificeret skrivebordsscreening. Det vurderes, at der især er behov for at kende de historiske forhold omkring drift, afgrøder og bygninger, hvor vaskepladsens indretning er essentiel. Det forventes ikke, at der kan være detailoplysninger om alle forhold, men gårdene bør kunne kategoriseres. Det ville være oplagt at inddrage oplysninger fra landbrugskonsulenter i dette arbejde, da de formentlig har detailviden om forholdene i et område. Når kategoriseringen er gennemført gennemgås ejendommene igen med det formål at reducere antallet af ejendomme, som potentielt udgør et problem. I denne fase kan besigtigelse og interview komme på tale, men strategien må afvente resultaterne fra BRK-projektet. På baggrund af disse supplerende aktiviteter udvælges der en endelig liste over ejendomme, som vurderes at kunne give anledning til et problem. De fravalgte ejendomme bliver ikke behandlet yderligere, da de anses for uproblematisk i forhold til problemstillingen på oplandsskala.

For de udvalgte ejendomme beskrives, hvis det er muligt, oplysninger om anvendte pesticider. Tilgængelige kvantitative oplysninger om fx tidsperioder, jordbundsforhold, geologi, og hydrogeologi registreres i en database, så der er et grundlag for at gennemføre kildestyrkeberegning og risikovurdering (afsnit 5.2.3).

Metodikken, som er skitseret, vil blive afprøvet på det udvalgte værkstedsområde.

### 5.2.3 Kildestyrke og risikovurdering

Det næste skridt er at kvantificere kildestyrken og foretage konkret risikovurdering af de udvalgte pesticidpunktkilder. De identificerede pesticider screenes i pesticiddatabasens prioriteringsfunktion (afsnit 3.5.1). Hvis der er behov for yderligere oplysninger om udvalgte pesticider, bør der udføres litteraturundersøgelser og/eller gennemføres laboratoriestudier for at belyse sorption og nedbrydning (se afsnit 5.2.1).

På baggrund af disse resultater foretages der en kildestyrkeberegning, som giver et mål for den samlede mængde pesticid pr. år, der siver ud i det underliggende grundvandsmagasin. Beregningen skal basere sig på JAGG-lignende værktøj, som, hvis det er muligt, anvender lokale parametre til at foretage beregningen, men alternativt anvender standardparametre. Beregningerne skal foretages i et databasesystem, så opdatering er simpel og der lagres homogene data (enheder, formater, navngivning osv.). Databasen kan hensigtsmæssigt være koblet til pesticiddatabasen som en funktion (se afsnit 3.5.2).

Beregningen af kildestyrken vil være en nøgleparameter i den videre vurdering. Udvikling af et robust beregningsværktøj er derfor essentielt og vil kræve indsamling af ny viden om spredningsveje og skæbne af pesticider ved punktkilder. Det kan foregå som en integreret del eller en overbygning på BRK-projektet, men det forekommer umiddelbart mest realistisk, at det er en overbygning baseret på BRK-projektets erfaringer.

Udviklingen og verificeringen af kildestyrkemodellen skal foregå ved at detailundersøge 3-4 udvalgte punktkilder i værkstedsområdet. 1-2 af de udvalgte punktkilder er sorteret fra ved screeningen, så det verificeres, at de er uproblematisk. De øvrige 2-3 punktkilder anses for problematiske og undersøges med det formål at etablere et kvantitativt mål for kildestyrken, som siver ud i grundvandet.

Som overbygning på disse undersøgelser foretages der en vurdering af pesticidernes skæbne i grundvandet. Dette baseres på pesticiddatabasen, litteraturstudier, og integreres med laboratorieundersøgelser (afsnit 5.2.1). Det vil efterfølgende blive verificeret ved en undersøgelse af forureningsfanen ved 1-2 af de udvalgte punktkilder.

Pesticidlokaliteterne, der skal indgå i disse undersøgelser, udvælges i selve projektet indenfor værkstedsområdet.

### 5.3 Sammenhæng med øvrige del projekter

Det fremgår af ovenstående at dette delprojekt har en tæt kobling til Pesticiddatabasen (kapitel 3) og Risikovurdering og prioritering af punktkilder på oplandsskala (kapitel 4). Der kunne også være en direkte kobling til delprojektet om afværgeteknologier (kapitel 6), hvis en af de undersøgte punktkilder udvælges til et afværgeprojekt. Indirekte er den opnåede viden om pesticidernes generelle skæbne et vigtigt bidrag til udvælgelsen af egnede afværgeteknologier for pesticider.

## 6 Indgreb ved forureningskilden – afværgeteknologier (delprojekt D)

### 6.1 Beskrivelse og definerings af formål

De afværgeteknikker for pesticider, der er erfaringer med i Danmark i dag, er typisk rettet mod beskyttelse af enkelte kildepladser og borer i stedet for en målrettet fjernelse af kilderne til forureningen. På en del kildepladser i Danmark foregår der afværgepumpning og kildepladsstyring, som i en del tilfælde kan være en anvendelig løsning på pesticidproblemerne.

Når der ses på deciderede afværgemuligheder, er der dog en række muligheder som kan overvejes i forbindelse med pesticider. I forbindelse med et PhD-projekt på Miljø & Ressourcer DTU (Tuxen 2002) blev der lavet et review over pesticidafværgeteknologier, som det følgende er baseret på. Erfaringsgrundlaget hidtil for pesticidafværgeprojekter er meget spinkelt også internationalt og kun ganske få teknologier er blevet implementeret (mest i USA). Der er gjort en del erfaringer i laboratoriet – dog ofte med spildevand og ikke grundvand. Da pesticider er en meget heterogen gruppe (mange forskellige fysisk-kemiske egenskaber) afhænger potentialet for den enkelte afværgeteknologi i høj grad af pesticidtypen. Erfaringerne hidtil tyder på, at især biologiske afværgeteknologier, reaktive barrierer og kemisk oxidation vil kunne anvendes på pesticidpunktkilder, se tabel 6.1.

Tabel 6.1 Afværgemuligheder for pesticidpunktkilder (modificeret efter Tuxen, 2002).

Teknologi	Er teknologien anvendelig?	Vandtype	Er teknologien anvendt?
<b>Faseoverførsel</b>			
Pump & treat	Ja	Grundvand	Ja
Aktivt kul i væg	Ja	Grundvand	Ja
Termiske teknikker	Nej		Nej
<b>Kemiske teknikker</b>			
Oxidation	Ja (giver dog stabile nedbrydnings-produkter)	spildevand, kunstigt drikkevand	Nej
Reduktion	Ja (giver dog stabile nedbrydnings-produkter)	spildevand, kunstigt drikkevand	Nej
<b>Biologiske teknikker</b>			
Stimuleret biologisk nedbrydning	Ja/Nej	Grundvand	Nej
Phytoremediering	?	Grundvand	Ja

Umiddelbart er det mest oplagt at initiere udvikling af teknologier, som er rettet mod et bredt spektrum af pesticider. Ifølge tabel 6.1 kunne biologiske afværgeteknologier, reaktive barrierer og kemisk oxidation anvendes på pesticidpunktkilder. De biologiske teknikker kan fx tænkes anvendt i form af stimuleret biologisk nedbrydning ved hjælp af forskellige tilsætninger. Her synes det oplagt at arbejde med tilsætning af ilt, da en række pesticider udviser langt større nedbrydelighed under aerobe end under anaerobe forhold.

Formålet med delprojektet er:

- Vurdere state of the art for afværgeteknologier for pesticider (litteraturundersøgelse).
- Identificere afværgeteknologier med størst potentiale på baggrund af litteraturundersøgelse og supplerende undersøgelser i delprojekt C.
- Udvikle og/eller forbedre afværgeteknologier til pesticider (laboratorietest og/eller pilottest).
- Afprøve udvalgt(e) afværgeteknologi(er) under feltforhold (pilotskala og/eller fuldskala).
- Økonomisk vurdering af de forskellige metoder

## 6.2 Projektindhold

Projektet skal dels indeholde en litteraturundersøgelse, der skal munde ud i et forslag til hvilke(n) afværgeteknologi(er) der skal afprøves på feltskala, hvilken lokalitet der er egnet til en sådan afprøvning, samt på hvilket niveau afprøvningen skal foregå. Hvis der er tale om en teknologi, som kræver eksperimentelt arbejde for at blive optimeret, vælges en model med laboratorietests efterfulgt af pilotskala afprøvning; hvis der er tale om en teknologi, der er mere færdigudviklet, vælges en model med pilotskala afprøvning efterfulgt af fuldskala afprøvning.

### 6.2.1 Litteraturundersøgelse

Et udgangspunkt for at vurdere muligheder for afværgeteknologier for "nye" stofgrupper er et basalt kendskab til de fysiske-kemiske egenskaber og pesticidernes opførsel i jord og grundvand. Her kan litteraturundersøgelsen i høj grad basere sig på aktiviteterne omkring opbygning af pesticiddatabasen og erfaringer i delprojekt C (kapitel 5).

Denne viden skal sammenkobles med state of the art for afværgeteknologier for pesticider, men i ligeså høj grad fra lignende stofgrupper. Der er helt oplagt et kolossalt potentiale i at overføre teknologier, som er anvendt til oprensning af andre stofgrupper. Det er dog vigtigt at have for øje, at der kan være specielle forhold omkring forureningskilderne (fysisk placering, afgrænsning, størrelse, koncentrationsniveauer), som skal med i vurderingerne. Umiddelbart er forventningen, at koncentrationerne er lave, og selve pesticidkilden er svær at lokalisere, men det er ikke veldokumenteret i øjeblikket. Hvis det er korrekt, skal der måske tænkes i lavteknologiske løsninger, som mere fokuserer på at forhindre udvaskning fx phytoremediering end på at foretage en hurtig, fuldstændig oprensning fx kemisk oxidation.

På baggrund af litteraturstudiet udpeges de mest lovende afværgeteknologier. Vidensniveauet vurderes, så det kan afklares, om der er behov for at foretage laboratorieundersøgelser, inden der udføres pilotforsøg i felten. Manglende

viden understreges i denne fase, så man ikke senere bliver fanget i en urealistisk optimisme omkring afværgeteknologiernes potentiale.

### 6.2.2 Laboratorieforsøg, pilot- og fuldskalaoprensninger

Litteraturstudiet har identificeret en række anvendelige teknikker. I næste fase kobles denne viden med de aktuelle pesticidpunktkilder i værkstedsområdet. Hvis der er punktkilder, hvor en oprensning vurderes at være hensigtsmæssig udvælges disse og der gennemføres et projekt som enten består af

- Model A: Laboratorieforsøg efterfulgt af pilotforsøg eller
- Model B: Pilotforsøg efterfulgt af fuldskalaforsøg

Valget mellem de to modeller afhænger som tidligere diskuteret af teknologiernes stade på det aktuelle tidspunkt. Model A kan selvfølgelig lede frem til fuldskalaimplementering, men så ligger det udenfor rammerne for dette projekt. Hvis model A vælges vil det være oplagt at afprøve flere teknologier eller afprøve den samme teknologi på flere lokaliteter.

Elementerne som skal indgå i Model A og Model B er listet herunder, men det skal understreges, at de konkrete elementer er meget afhængige af pesticidet/pesticiderne som skal oprensnes, den valgte afværgeteknologi og ikke mindste lokale forhold på punktkilden.

#### Model A - Projektelementer

- Laboratorieundersøgelser (flere lokaliteter, flere teknologier)
- Procesforståelse
- Ratebestemmelser
- Metodeoptimering
- Dimensionering
- Valg af teknologi og lokalitet.
- Pilotskala (1 lokalitet, 1 teknologi)
- Afprøvning under naturlige forhold på en udvalgt lokalitet
- Design
- Monitering
- Revidere dimensionering
- Endelig vurdering af implementeringsmuligheder
- Økonomi

#### Model B – Projektelementer

- Pilotskala (1 lokalitet, 1 teknologi)
- Valg af teknologi og lokalitet
- Afprøvning under naturlige forhold på en udvalgt lokalitet
- Virker det?
- Revidere dimensionering
- Endelig vurdering af implementeringsmuligheder
- Fuldskala implementering (1 lokalitet, 1 teknologi)
- Afprøvning under naturlige forhold på en udvalgt lokalitet
- Design
- Monitering
- Endelig vurdering af implementeringsmuligheder
- Økonomi



# 7 Miljøøkonomi (delprojekt E)

## 7.1 Baggrund

Miljøøkonomiske vurderinger af afværgeforanstaltninger eller afværgestrategier kan tjene forskellige formål. De kan anvendes til at vurdere, hvilken af flere anvendelige strategier man bør vælge, eller de kan anvendes til at vurdere i hvilken rækkefølge man skal foretage afværgeforanstaltninger, dvs. som en del af et prioriteringsværktøj. Endelig kan de anvendes til at vurdere, om det kan betale sig at afværge en forurening ud fra en rent økonomisk vurdering eller en bredere samfundsøkonomisk vurdering, dvs. set fra en investerings- eller rentabilitets-vinkel.

Der er til dato i Danmark udarbejdet relativt få miljøøkonomiske vurderinger af forskellige typer afværgeforanstaltninger i forbindelse med punktkildeforurening af grundvand, herunder pesticidforurening. De fleste af de analyser, der er foretaget på pesticidområdet, har fokuseret på BAM forurening (Institut for Miljøvurdering, 2003; Juhl og Bjerg, 2004). Disse analyser har dels kun fokuseret på enkeltstoffet og ikke på andre eventuelle forureningsstoffer i det pågældende opland og dels kun adresseret en isoleret problemstilling, eksempelvis om man skulle vælge avanceret vandbehandling eller flytning af kildeplads.

Der er udført relativt få analyser på mere komplekse afværgestrategier i større områder, som dels indebærer flere punktkilder og dels involverer blandingsforureninger, det være sig pesticider såvel som andre organiske forureninger. Et eksempel på en miljøøkonomisk analyse, som har til formål at opgøre omkostningerne ved forskellige mere komplekse indgrebs-scenarier er et forslag til indsatsplan for Sønder sø i Fyns Amt (Fyns Amt, 2004). Den nok mest omfattende analyse af denne type, er et Miljøprojekt udarbejdet af CASA i samarbejde med Kemp og Lauritzen (1997). I denne rapport blev opstillet en metode for samfundsøkonomiske vurderinger af afværgeforanstaltninger på forurenede lokaliteter, som dels indeholdt et forslag til en metode, og dels beskrev en række problemstillinger forbundet med at opstille en sådan metode. I rapporten blev der fokuseret på et konkret delområde som udgangspunkt for at beskrive metoden. En anden miljøøkonomisk analyse, der også inddrog flere elementer end de rent budgetøkonomiske, er en omkostningsanalyse af indsatsplaner overfor Solhøj Kildeplads i Københavns Amt (NIRAS, 2003). Her er dels foretaget en cost-effectiveness analyse af de enkelte opstillede scenarier, dvs. en finansiel analyse af omkostningerne, og dels gjort nogle ressourceøkonomiske overvejelser over værdien af den grundvandsressource, der reddes.

De fleste vurderinger, der er foretaget, er således primært budgetøkonomiske beregninger af udvalgte afværgeforanstaltninger, dvs. en vurdering af udgifterne til forskellige afværgestrategier, som kan anvendes på en konkret

lokalitet, hvor der på forhånd er fastlagt nogle bestemte kvalitetskrav – altså, hvad koster det at opnå en bestemt effekt, som er fastlagt på forhånd med forskellige metoder (cost/effectiveness analyser, CEA). Den type analyser kan sammenlignes med cost-benefit analyser (CBA), som sigter mod at vurdere hvilke strategier, der generelt giver mest miljø for pengene. Udover CBA og CEA er der en række andre metoder, der kan tages i anvendelse, men det vigtigste i denne sammenhæng er at beskrive en metode, som indeholder de rette elementer til at vurdere, hvilke afværgestrategier, der skal vælges i en given sammenhæng på en given lokalitet.

De forskellige metoder introducerer en række tekniske faktorer, som har betydning for den miljøøkonomiske analyse af de valgte strategier (tidshorisont, placering af lokalitet i forhold til forbrugere, etc.) samt en række beregningsforudsætninger (afskrivningshorisont, kriterier for offeromkostninger, diskontering, kalkulationsrente, etc.), som må afklares inden vurderingen foretages. Fælles for de fleste udførte miljøøkonomiske analyser er, at de dels er begrænset til nogle få alternative afværgestrategier – dvs. de vurderer ikke samtlige anvendelige metoder eller strategier – og dels inddrager de i ikke i større omfang ressourceøkonomiske vurderinger eller overordnede samfundsøkonomiske overvejelser.

## 7.2 Formål

Formålet med nærværende delprojekt er at udvikle, beskrive og teste en metode til miljøøkonomisk vurdering af udvalgte afværgestrategier overfor forurening af grundvand på oplandsniveau.

Metoden skal ikke kun inddrage afværgeforanstaltninger i forhold til pesticidforureninger i oplandet, men også andre typer forureninger, som truer den pågældende grundvandsressource. Der er principielt ikke kvalitativ forskel på de risici, som udgøres af pesticider, og de risici som andre forureninger udgør.

Metoden skal kunne anvendes til vurdering af alle afværgestrategier, som kan anvendes til at opnå de kvalitetskriterier, der er opstillet.

## 7.3 Beskrivelse af delprojektet

Det udviklede miljøøkonomiske koncept til vurdering af afværgestrategier skal kunne anvendes bredt, dvs. på alle typiske lokaliteter og forureningssituationer. Det skal således kunne anvendes overfor afværgestrategier i forskellig skala, dvs. fra vurdering af en enkelt afværgeforanstaltning i et mindre opland til opstilling af en afværgestrategi for et større område/indvindingsopland med en tilsvarende større kompleksitet i henseende til forureningstyper, metoder og teknologier.

Projektet er tænkt således, at der først skal udvikles og beskrives et koncept for miljøøkonomisk vurdering af forskellige strategier (se nedenfor) for at opnå en bestemt vandkvalitet i råvandet, dvs. i selve kildepladsen, i et opland indeholdende forskellige typer forureninger. Herefter afprøves det udviklede koncept på et eller flere værkstedsområder, som egner sig til formålet, og på baggrund af denne afprøvning færdigudvikles konceptet. Til sidst udarbejdes der en protokol/manual for hvordan det anvendes konkret.

### 7.3.1 Litteraturundersøgelse

Projektet er opdelt i en række elementer. Det indledes med en litteraturundersøgelse, som skal afdække det eksisterende videns- og erfaringsniveau i Danmark og internationalt, herunder om der er udført miljøøkonomiske analyser af lignende karakter eller udviklet metoder, som helt eller delvist kan inddrages i en dansk sammenhæng. Litteraturundersøgelsen skal endvidere tage sigte på at afdække den eksisterende viden- og ressourcebase herhjemme og internationalt.

### 7.3.2 Beskrivelse af koncept

På baggrund af litteraturundersøgelsen beskrives det miljøøkonomiske koncept, dvs. metoden i sin helhed. Metoden skal beskrives således, at den integreres i et generelt beslutningssystem for udvælgelse af afværgestrategi for et område/opland.

Der udvikles og beskrives et koncept for miljøøkonomisk vurdering af de strategier/metoder, der på baggrund af en teknisk vurdering vurderes at kunne tages i anvendelse på en given lokalitet for at opnå en nærmere defineret vandkvalitet i råvandet.

Følgende overordnede afværgestrategier - afhængig af kravet til hvor hurtigt, der skal reageres på forureningen - for afværgeforanstaltningerne skal dækkes af analysen:

1. Avanceret vandbehandling, dvs. yderligere rensning af råvandet før distribution
2. Udfasning og flytning af kildeplads
3. Beskyttelse af kildeplads (afværgepumpninger, etc.)
4. Indgreb ved forureningskilden(erne), dvs. oprensning af jord og/eller grundvand ved de identificerede punktkilder i et opland i en bestemt rækkefølge

Der findes en række andre strategier, som kan overvejes i tilfælde af forurening af grundvand til drikkevandsformål, herunder reduktion af vandforbrug, som overflødig gør den pågældende kilde, import af vand/anvendelse af andre kildetyper og anvendelse af vandet til andre formål (sekundavand, differentieret vandforsyning), fortynding mv. Disse alternative strategier skal ikke indgå i den opstillede metode.

Metoden skal inddrage forskellige økonomiske vurderinger og beregninger, herunder:

#### ***Budgetøkonomiske vurderinger:***

Økonomiske vurderinger af de forskellige afværgetiltag indeholdt i den valgte strategi baseret på gennemsigtige forudsætninger med hensyn til betydningen af estimeret driftsperiode – dvs. varighed af afværgeforanstaltningen, afskrivningstider for foretagne investeringer mv. I disse vurderinger stilles drifts- og investerings-omkostninger op for de forskellige alternativer på en sammenlignelig måde og på baggrund af specificerede beregningsforudsætninger, tekniske såvel som prismæssige. Der findes i litteraturen en række forskrifter for sådanne beregninger, og metoden skal i fornødent omfang inddrage de gældende vejledninger i samfundsøkonomiske analyser på miljøområdet.

### ***Ressourceøkonomiske vurderinger:***

Vurderinger, der tager afsæt i den samfundsøkonomiske værdi af ressourcerne, som er i spil, hvilket i denne sammenhæng dels er grundvandet og dels er arealet og eventuelle konstruktioner, hvor aktiviteterne finder sted. Der skal her indtænkes beregningsmetoder for ressourcerenten, som er en måde samfundsøkonomisk at værdisætte ressourcen, der bl.a. baserer sig på, om der er tale om en uudtømmelig eller en begrænset ressource, om tilgangen til den, etc. Det skal ligeledes indregnes, hvad det koster at afskrive ressourcer, herunder om den afskrevne ressource kan kapitaliseres til andre formål og hvad det koster at inddrage nye ressourcer. En del af denne sidstnævnte beregning indeholder en vurdering af offeromkostningerne ved at lægge beslag på nye ressourcer, og her må man tage udgangspunkt i de realistiske scenarier for alternativ anvendelse af ressourcen nu og i nær fremtid.

Vurdering af fordelingsmæssige aspekter, dvs. vurdering af om forskellige typer afværgeforanstaltninger finansieres forskelligt (skatter, forbrugerafgifter, myndighedsniveau, etc.), og om dette har betydning for den myndigheds-mæssige behandling af de foreslåede aktiviteter, skal ikke inddrages i metoden.

### **7.3.3 Afprøvning af koncept på værkstedsområde**

Efter beskrivelse af konceptet, skal dette afprøves på værkstedsområdet (kapitel 4). På baggrund af en gennemgang af værkstedsområdets geologi og forureningskemi besluttes det, hvilke afværgestrategier, der kan anvendes til at opnå den ønskede effekt på grundvandskvaliteten. Den beskrevne miljøøkonomiske model afprøves herefter på de valgte egnede afværgestrategier. Herved kan eventuelle svage punkter og mangler i analysen afdækkes og metoden revideres og suppleres, hvis testen afdækker mangler i analysen.

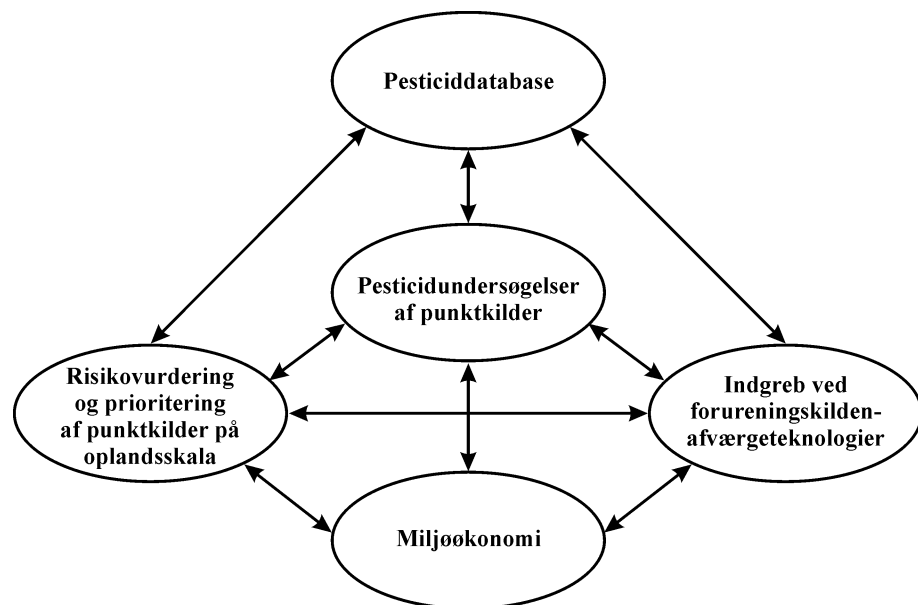
### **7.3.4 Evaluering af koncept og endelig udarbejdelse af protokol**

På baggrund af den endelige beskrivelse af konceptet, udarbejdes en protokol, som i detaljer beskriver fremgangsmåden i den miljøøkonomiske analyse, herunder krav til tekniske, geologiske og forureningskemiske beskrivelser af anlæg og lokaliteter, oprensningskriterier, principperne i den valgte model, fastsættelse af beregningsforudsætninger og andre forhold, som danner forudsætning for at foretage analysen. Protokollen skal indeholde eksempler på regneark, som kan anvendes til beregningerne.

# 8 Tidsplan og økonomi for hovedprojekt

## 8.1 Sammenhæng mellem delprojekter

I kapitel 3.7 er der beskrevet 5 delprojekter, som samlet giver rammerne for en målrettet indsats mod pesticider og punktkilder. Projekternes indre sammenhæng er skitseret i figur 8.1.



Figur 8.1 Sammenhæng mellem de 5 delprojekter for "Pesticider og punktkilder"

Det fremgår, at der er en stærk sammenhæng mellem de enkelte projekter. Pesticiddatabasen er udgangspunktet for projektet, hvorefter det udvalgte værkstedsområde kommer i centrum i det videre arbejde, og databasen er i denne fase primært et arbejdsredskab. Pesticidundersøgelserne på oplandsskala foregår i værkstedsområdet, og udviklingen af metodikker til undersøgelser og afværge er knyttet til lokaliteter placeret i værkstedsområdet. De miljøøkonomiske vurderinger er også baseret på det konkrete værkstedsområde, men suppleret med mere generelle syntetiske eksempler for at sikre repræsentativitet og robusthed af vurderingsmetoderne.

En væsentlig betingelse for succes af en indsats mod pesticidpunktkilder er, at en udviklingsindsats gennemføres med respekt for denne struktur. Der skal være en god koordinering mellem delprojekterne, så erfaringerne fra et delprojekt bruges i de øvrige delprojekter. Delresultater skal i flere tilfælde bruges som input i andre delprojekter fx skal pesticiddatabasen sikre, at vurderinger i alle delprojekter baseres på opdateret viden. Tilsvarende skal risikovurderingen på oplandsskala direkte anvende den udviklede risikovurderingsmodel for pesticidpunktkilder.

## 8.2 Tidsplan, faseopdeling og projektstruktur for hovedprojekt

På baggrund af den indre struktur i projektet (figur 8.1) foreslås en overordnet tidsplan, som vist i figur 8.2. Den samlede længde af projektet vil afhænge af mange faktorer ikke mindst finansiering, men for at sikre kvalitet i de enkelte delprojekter vil det være ønskeligt med en samlet tidsperiode på 3-3½ år. Delprojekterne gennemføres som selvstændige forløb med løbende rapportering, så der ved projektets afslutning vil foreligge 6 enkeltrapporter og én samlerapport.

Delprojektet om "Risikovurdering på oplandsskala" (kapitel 4) vil hensigtsmæssigt kunne opdeles i to faser med selvstændig rapportering, hvor den første fase er rettet mod værkstedsområde, identifikation af punktkilder og udvikling af modelværktøjer, mens fase 2 er anvendelse af modelværktøjer på værkstedsområdet med input fra en eller flere konkrete undersøgelser af enkeltkilder i værkstedsområdet.

Det kan være hensigtsmæssigt at evaluere projektets samlede fremdrift inden projektet bevæger sig ud i konkrete undersøgelser i felten. Det er især relevant i forhold til at vurdere igangsættelsen af delprojekt B og D.

De enkelte delprojekter foreslås gennemført efter licitation i et samarbejde mellem rådgivere, myndigheder, forskningsinstitutioner og universiteter. Konstellationerne omkring de enkelte projekter bør afhænge af det faglige indhold i delprojekterne. Det anbefales, at der nedsættes en følgegruppe, som er fælles for alle delprojekter for at sikre koordinering.

Den samlede styring af alle projekter og udarbejdelsen af en samlerapport anbefales varetaget af en projektleder i samarbejde med koordinatorene for de enkelte delprojekter og en faglige sekretær.

Tid	2004 -F	2004 -E	2005- F	2005- E	2006 -F	2006 -E	2007- F	2007- E
Forprojekt	R							
Pesticiddatabase				R	---	---	---	---
Risikovurdering og prioritering af punktkilder oplandsskala				R				R
Pesticidundersøgelser af punktkilder						R		
Indgreb ved kilden – afværgeteknologier							R	
Miljøøkonomi								R
Samlerapport, Pestider og punktkilder								R
Regionskommune Bornholm projekt, BRK			R					

Figur 8.2 Forslag til Tidsplan for "Pesticider og punktkilder" og relation til forprojekt og BRK-projekt (2004-E svarer til efteråret 2004; --- opdatering og udvikling af vidensdatabase; R angiver rapport)

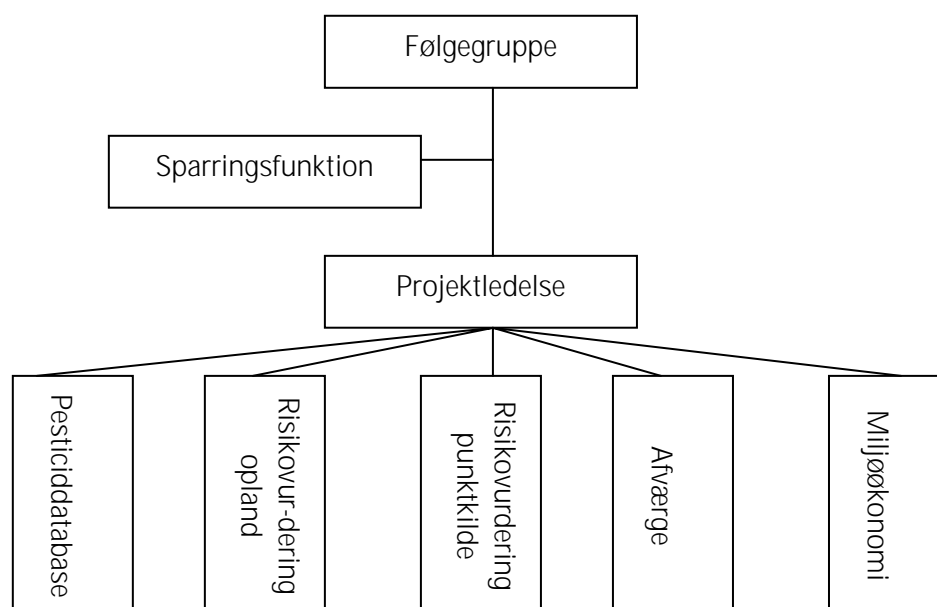
### 8.3 Projektorganisation

Det foreslås, at der nedsættes en følgegruppe for det samlede projekt. Følgegruppen bør sammensættes af Miljøstyrelsen og repræsentanter for evt. andre finansieringskilder, som skal overvåge projektet og overordnet sikre projektets fremdrift.

Hertil bør knyttes en "sparringsfunktion", bestående af en lille gruppe af udvalgte personer fra følgegruppen og den faglige sekretær. Sparringsfunktionen kan bistå projektledelsen med at sikre det faglige niveau, koordination mellem delprojekter samt anvendeligheden og forankringen af projektet i bruger kredsen.

Projektledelsen foreslås sammensat af en overordnet projektleder, som er ansvarlig for projektets fremdrift og gennemførelse. Hertil knyttes projektlederne for de 5 delprojekter, hvis opgave er at gennemføre hvert sit delprojekt. Projektledelsens opgave er at gennemføre projektet, sikre den indre sammenhæng og træffe de fornødne beslutninger.

Forslag til projektorganisationen er vist i figur 8.3.



Figur 8.3 Organisationsdiagram for "Pesticider og punktkilder"

### 8.4 Projektøkonomi

Der er for de enkelte delprojekter foretaget en vurdering af den økonomiske ramme, som det forventes at delprojektet kan gennemføres for. De enkelte poster for delprojekterne er angivet i bilag G. Det er valgt ikke at økonomisætte enkeltposterne, men at angive en samlet "omkring" pris.

I forbindelse med udbudsmaterialet for delprojekterne bør det endelige ambitionsniveau fastlægges, eksempelvis antal boringer, analyser, mv. Foruden midler til delprojekterne foreslås der afsat en sum på omkring 1.4 mio. til den overordnede projektledelse. Det er vigtigt, at der afsættes midler til at koordinere delprojekterne indbyrdes gennem projektledelsen. Projektledelsen inddrager sparringsgruppen som faglig back-up.

Den økonomiske ramme for det samlede projekt vil være omkring 9 mio.

Fordelingen på de enkelte delprojekter fremgår af nedenstående økonomiske oversigt i tabel 8.1.

Tabel 8. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Økonomiske overslag - del projekter

Delprojekt	Beløb
Pesticiddatabase	omkring 1,5 mio.
Risikovurdering og prioritering - oplandsskala	omkring 1,0 mio.
Pesticidundersøgelser af punktkilder	omkring 1,7 mio.
Indgreb ved kilden – afværgeteknologier	omkring 2,5 mio.
Miljøøkonomi	omkring 0,8 mio.
Overordnet projektledelse - 3 år	omkring 1,4 mio.
I alt	omkring 9,0 mio.

De finansielle muligheder vil være Miljøstyrelsens enheder for henholdsvis Kemikalier og Jord & Affald. Det bør undersøges, om der kan bruges gebyrmidler og diverse fondsmuligheder, nationale som internationale. Desuden kunne man også forestille sig et bidrag fra amter, specielt i det amt hvor værkstedsområdet placeres, samt evt. vandforsyninger fra værkstedsområdet.



## 9 Referencer

- Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H. og Petty, R., 1986. DRASTIC: A System to Evaluate the Pollution Potential of Hydrogeologic Setting by Pesticides. National Water Well Association, Worthington, OH 43085.
- AVJ, 2001. Analyser for pesticider i punktkilder. Amternes Videnscenter for Jordforurening, København, Teknik og Administration Nr. 1.
- AVJ, 2002. Erfaringsopsamling – amternes undersøgelser af pesticidpunktkilder. Amternes Videnscenter for Jordforurening, Teknik og Administration, nr. 2, 2002.
- Baun, A., Ledin, A., Reitzel, L.A., Bjerg, P.L. og Christensen, T.H., 2004. Xenobiotic organic compounds in leachates from ten Danish MSW landfills - chemical analysis and toxicity tests. Accepted for publication in Water Research.
- Baun, A., Ask, L., Ledin, A., Christensen, T.H. og Bjerg, P.L., 2003. Natural attenuation of xenobiotic organic compounds in a landfill leachate plume (Vejen, Denmark). Journal of Contaminant Hydrology. 65, 269-291.
- Bay, H. og Hansen, H.P.B., 2001. Gårdspladser og vaskepladser forurener grundvandet med pesticider. Vandteknik, 1, 12-17.
- Bay, H., 2002. Hvilke pesticider finder man ved en punktkilde. ATV møde "Pesticider og punktkilder", januar 2002, 1-12.
- Bisschop Larsen, 1994. Pesticidforurening fra losseplads i Assens Kommune. ATV Vintermøde 1994, 75-84.
- Börjeson, E., Torstensson, L. og Stenström, J., 2003. The fate of imazapyr in a Swedish railway embankment. International Symposium: Non-Agricultural use of pesticides, Environmental issues and alternatives, May 7th-9th. The Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, Denmark, 31.
- Danmarks Statistik, 2001. Statistisk tiårsoversigt 2001.
- Fyns Amt 2002: Grundvand 2001. Vandmiljøovervågning. Miljø- og Arealafdelingen. Fyns Amt.
- Fyns Amt 2004a. v/ Jakob Qvortrup Christensen. Oplysninger om de potentielle værkstedsområder: Tåsinge og Jullerup
- Fyns Amt 2004b. Forslag til indsatsplan for grundvandsbeskyttelse – Sønder sø 2004, Fyns Amt, maj 2004.
- GEUS, 2002. Statusrapport 2002, Pesticidforurenede vand i små vandforsyningsanlæg. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport nr 2002/87.

- GEUS, 2003a. NOVA 2003-temarapport. Ferskvandets kredsløb. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.
- GEUS, 2003b. Grundvandsovervågning 2003, Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse, Miljøministeriet.
- Gimsing, A.L., 2003. Glyphosate Adsorption and Mineralisation in Soil; Effects of phosphate and other soil factors. Ph.d.-afhandling KVL.
- Hansen, H.O., 2000. Driftstrategi mod pesticider på vandværker, Vandteknik årg. 68, nr. 8, 366-372.
- Helweg, A., 1994. Mange kilder til grundvandsforurening med bekæmpelsesmidler, Vandteknik årg. 62, nr. 3, 110-117.
- Institut for Miljøvurdering, 2003. BAM-forurening af drikkevandet. Skal vi rense? December 2003.
- Jansen, G., 2004. Prioritering af forureningskilder i et grundvandsopland, Eksamensprojekt udført på M&R DTU.
- Jensen, T. S. og Sørensen, P. B., 2004. Evaluering af København Amts prioriteringssystem – ”Stofspecifik prioritering af punktkilder”. Danmarks Miljøundersøgelse.
- Juhl, M.M. og Bjerg, B., 2004. Økonomisk vurdering af forskellige strategier til at imødegå BAM-problemer på vandværker. Miljøprojekt nr. 915, Miljøstyrelsen.
- Jørgensen, P. R., Loer Hansen, H.C, Hoffman, M., Nielsen, J.B. og Kürstein J., 2002. Prioriteringsstrategi for pesticid-punktkilder. ATV mødet ”Undersøgelserstrategier”, november 2002, 47-64.
- Krarpup, J., 2003. Erfaringer med pesticidtryk på landbrug. ATV-mødet ”Kilder til pesticidforurening af grundvand”, januar 2003, 63-68.
- Københavns Amt, 2003. Brugervejledning til prioriteringsværktøj – 1.vers. Stofspecifik Prioritering af punktkilder. Vejledning. September 2003, NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere.
- Københavns Amt, 2004 v/Carsten Bagge Jensen. Oplysninger om det potentielle værkstedsområde: Tåstrup Nord.
- Miljøstyrelsen, 1995. System til prioritering af punktkilder. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 19, 1995, Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen, 1997. Boringskontrol på vandværker. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 2, 1997.
- Kemp & Lauritzen, 1997. Udviklingen i den danske vandforsyningsstruktur, arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 62, Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen, 1998. Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind, Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.

- Miljøstyrelsen, 2002. Pesticider og vandværker. Udredningsprojekt om BAM-forurening. Miljøprojekt nr. 732. Miljøstyrelsen.
- NIRAS, 2003. Omkostningsanalyse og konsekvensbeskrivelse. Bilagsrapport til indsatsplan for grundvandsbeskyttelse i oplandet til Solhøj Kildeplads. Københavns og Roskilde amter, december 2003.
- Reitzel, L.A., Tuxen, N., Ledin, A. og Bjerg, P.L., 2004. Can degradation products be used as documentation for natural attenuation of phenoxy acids in groundwater? *Environmental Science and Technology*, 38, 457-467.
- Ringkjøbing Amt, 2004. Kortlægning af den potentielle flade og punktkildebelastning med pesticider i Ringkjøbing Amt. Watertech.
- Risc, 2004. RISC Workbench 4.0. Lokaliseret på [waterloohydrogeologic.com](http://waterloohydrogeologic.com)
- Rügge, K., Bay, H., Chrintz, T., Brüsck, W. og Rosenberg, P., 2004. Pesticider i dansk grundvand: GRUMO- og boringskontrollodata. Miljøprojekt nr XX., Miljøstyrelsen, In press.
- Sørensen, L.M., Høy, A.R. og Bay, H., 2001. Forurening fra opfyldte mergelgrave, *Vand og Jord*, 8. årgang, nr. 2, maj 2001, 48-51.
- Tuxen, N., 2002. In situ bioremediation of groundwater contaminated by herbicides from point sources. PhD thesis. Environment & Resources DTU, Technical University of Denmark.
- Tuxen, N., Ejlskov, P., Albrechtsen, H.-J., Reitzel, L. A., Pedersen, J. K., og Bjerg, P. L., 2003. Application of natural attenuation to ground water contaminated by phenoxy acid herbicides at an old landfill (Sjoelund, Denmark). *Groundwater Monitoring and Remediation*, 23, (4), 48-58.
- Vandplan Sjælland, 2000. Midler til forbedring af vandressourcen. Katalog, Maj 2000.
- Vestsjællands Amt, 2004 v/ Søren A.V. Nielsen. Oplysninger om det potentielle værkstedsområde: St. Fuglede.



## Inspirationskilder til databasen

- AVJ's udgivelser. [www.avjinfo.dk](http://www.avjinfo.dk)
- Piri (Pesticide Impact Rating Index), CSIRO, Australien
- RISC Workbench. [www.waterloohydrogeologic.com](http://www.waterloohydrogeologic.com)
- Funnel and filters (M&R DTU v. Anders Baun)
- Watertechs pesticid-GIS [www.watertech.dk](http://www.watertech.dk)
- Chemfinder [www.chemfinder.cambridgesoft.com](http://www.chemfinder.cambridgesoft.com)
- Hazardous Substance Data Bank (ToxNet)  
[www.toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB](http://www.toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB)
- Landbrugets Rådgivningscenters Middeldatabase:  
<http://www.lr.dk/Middeldatabasen/MiddelValg.asp>
- MST bekæmpelsesmiddelstatistik:  
<http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/kemi/03040000.htm>
- GEUS funddatabaser [www.geus.dk](http://www.geus.dk)
- Københavns Amts punktkildedatabase. [www.kbhamt.dk](http://www.kbhamt.dk)
- US-EPA [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- Pesticide Manual: [www.pesticidemanual.com](http://www.pesticidemanual.com)
- Metabolic pathways of agrochemicals
- Pesticide properties in the environment
- Koncept for udpegning af pesticidfølsomme arealer. [www.kupa.dk](http://www.kupa.dk)

Inspirationskilder, som det ikke har været muligt at få adgang til:

- Miljøstyrelsens godkendelsesdatabaser
- KUPA databasen
- Cheminovas database



# Indhold i pesticiddatabasen

## Fysisk-kemiske data

- CAS-nr.
- standatkode
- systematisk navn
- damptryk
- Henry's konstant
- opløselighed
- molvægt
- massefylde
- Kow
- Koc
- pKa
- strukturformel (muliggør QSAR)

## "Fate"-egenskaber

- Kd
- nedbrydningsveje
- metabolitter
- $t_{1/2}$  (i umættet og mættet zone, både aerobt og anaerobt)
- human health oplysninger\*
- økotoksikologiske data\*
- fareklasse\*
- bioakkumuleringsdata\*

## Produktinformationer

- type (herbicid/fungicid/insekticid/vækstregulering)
- handelsnavn, trivialnavn
- aktiv stof
- hjelpestoffer
- urenheder
- formulering (pulver/flydende/granulat m.v.)
- godkendelsesstatus (anvendelsesområde, historisk)
- producent/distributør

## Forbrugsdata

- arealtype (landbrug/skov/juletræsplantager/privat/kommunalt m.v.)
- afgrødetyper
- brugt i hvilke årtier i DK
- mængder (salg på branche- og afgrødeniveau) (også historisk)
- udbringningsmetode
- behandlingsmetode
- dosering (opdelt på afgrødetyper)
- evt. problematiske håndteringspraksis
- behandlingshyppighed
- bortskaffelse (opdelt på årtier)
- afstandskrav\*

anden lovgivning

Fund

punktkilder (både vand og jord)

GRUMO

LOOP

vandværkernes boringskontrol

små vandværker

Analyser

analysemetoder

analysepakker

detektionsgrænser

Referencer

danske

internationale

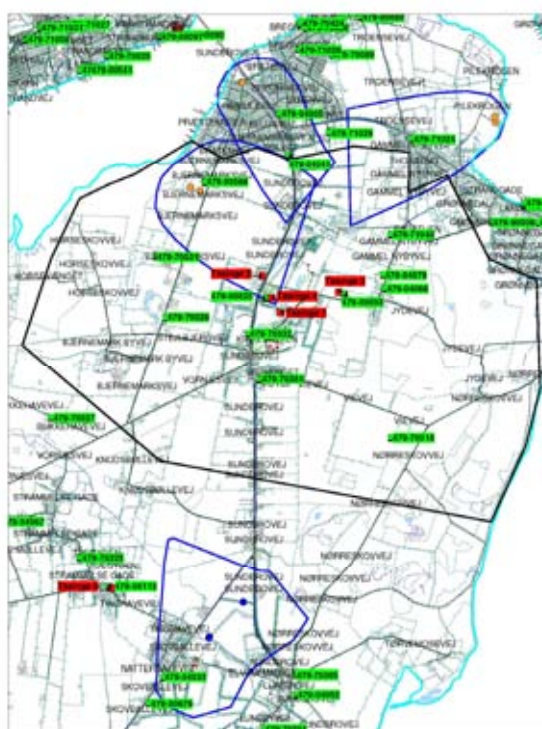
\* primært relevante, hvis databasen også skal bruges til andet end grundvandsformål.



# Tåsinge værkstedsområde

Bilag C indeholder supplerende oplysninger om det potentielle værkstedsområde "Tåsinge", som er fremsendt af Fyns Amt i forbindelse med nærværende projekts dataindsamling i 2004 (Fyns Amt 2004).

## 1.1 Kort



Figur 1: Potentielt værkstedsområde "Tåsinge" med indvindingsoplande: Fåregård Kil deplads og Bregninge Bakke.

Signaturforklaring:



Vandværksboring



Større enkeltindvinding med amtslig tilladelse



ROKA-lokalitet m. lokalitetsnummer Vandværksboring



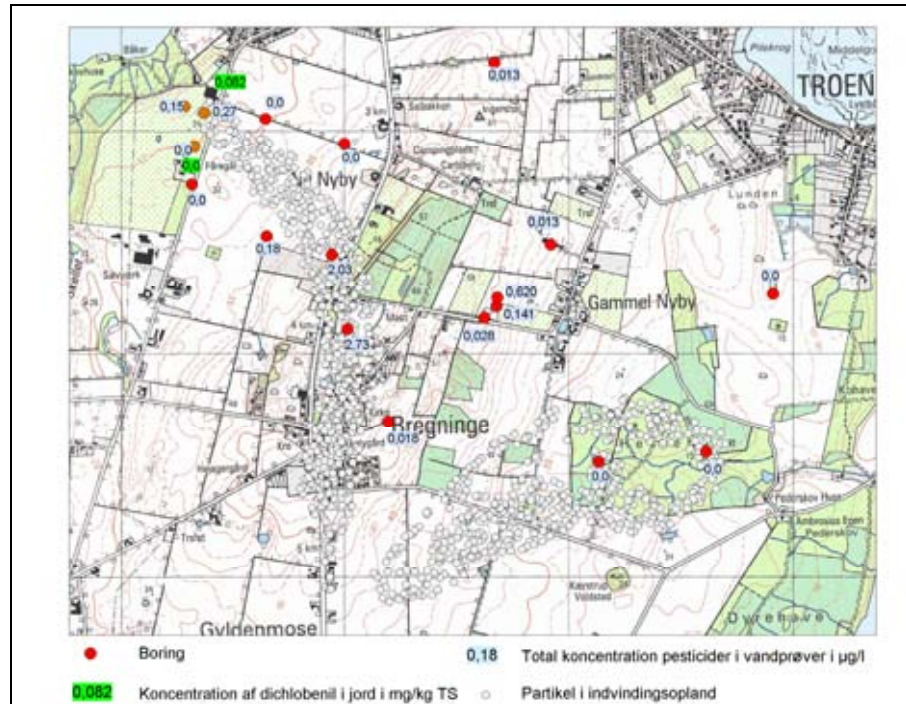
Lokalitet nævnt i "Notat - Forslag til undersøgelseslokaliteter for pesticidpunktkilder i Fyns Amt", der er skrevet til Bornholmsprojektet



Indvindingsopland til vandværk



Forslag til afgrænsning af værkstedsområde



Figur 2: Potentielt værkstedsområde "Tåsinge" med partikelbanesimuleringer

## 1.2 Fund

På Bregninge Materielgård, beliggende 1,1 km sydøst for Fåregård Kildeplads, er der observeret atrazin og nedbrydningsprodukter, terbuthylazin, simazin, diuron og BAM, i total koncentration op til 2,8 µg/l. I en boring længere nedstrøms er der observeret en samlet koncentration af pesticider på 2,0 µg/l. Strømningsmodellen udarbejdet i forbindelse med indsatskortlægningen viser at disse to borer ligger i indvindingsoplandet til Fåregård Kildeplads. Det vurderes at den observerede forurening udgør en risiko overfor kildepladsen. Kilderne til pesticidforureningen kan være mange forskellige. I området findes der materielplads hvor der kan være håndteret pesticider, planteskole, plantager, losseplads hvor der er deponeret pesticidemballage, kirkegård, samt øvrig bymæssig bebyggelse hvor der også kan være anvendt pesticider.

I forbindelse med Vindeby Vandværks kildeplads ved Fåregård er der i 2 ud af 3 borer observeret BAM - i niveauer op til 0,27 µg/l. Der er på den nærliggende gårdsplads 100 meter nord for den ene boring fundet 0,82 mg/kg dichlobenil i jorden. På baggrund af niveauspecifik prøvetagning vurderes det, at kilden til forureningen er meget lokal, og sandsynligvis stammer fra gårdspladsen.

## 1.3 Forureningskilder

479-00003: Bregninge Losseplads. V2. Videregående undersøgelse 2003. I grundvandet nedstrøms lossepladsen er der påvist forhøjet indhold af uorganiske komponenter, NVOC og spor af forskellige pesticider (atrazin, desethylatrazin, mechlorprop, og BAM). I en enkelt boring er der påvist et forholdsvis højt indhold af BAM (0,57 µg/l). Det kan dog ikke afgøres om BAM stammer fra lossepladsen eller plantagedrift.

479-00025: Materielgård og privat fyldplads (Grusgrav). V2. Frivillig undersøgelse 2002. Ved undersøgelsen er der påvist kraftig forurening af jorden med benzin- og olieprodukter ved den tidligere olietank. Der er 0,25 m u.t. påvist et indhold af total kulbrinter på 6.900 mg/kg. Forureningen vurderes at stamme fra spild og/eller lækage i forbindelse med driften af tanken. Der er i samme område desuden konstateret forurening med tjærestoffer (PAH'er), med et samlet indhold af PAH'er på 4,3 mg/kg, heraf 0,53 mg/kg som benz(a)pyren.

Ved olieudskilleren er der i det primære magasin konstateret et indhold af flere forskellige pesticider i koncentrationer fra 0,28-0,96 µg/l. Pesticidforureningen vurderes at stamme fra brug af pesticider på materialegården eller fra fladebelastning fra andre arealer i området. Pesticidforureningen er i princippet ikke omfattet af kortlægningen, da fladeforurening ikke er omfattet af Jordforureningsloven.

Forureningen med pesticider i det primære magasin vurderes at udgøre en risiko for områdets grundvandsressource. Amtet er derfor ved at undersøge mulighederne for at lave en kildeopsporing i forbindelse med den videre planlægning af indsatsen for at beskytte grundvandet på Tåsinge.

479-00566: Træimprægnering. Udgået af kortlægning. Indledende undersøgelse 2002. Der er ikke konstateret nogen væsentlig forurening.

479-04066: Olieudslip fra villaolietank. Ryddet op inden kortlægning. Undersøgelse og afværge 2002. Der er ikke efterladt restforurening.

479-04079: Olieudslip fra villaolietank. Ryddet op inden kortlægning. Undersøgelse og afværge 2003. Der er ikke efterladt restforurening.

479-70018: Stejleplads. Ikke kortlagt. Indledende undersøgelse 2002. Ikke fundet væsentlig forurening. Misvisende placering på kortet. Reel placering er på umatrikuleret areal ved kysten.

479-70026: Værksted med sprøjtetakering. V2. Indledende undersøgelse 2002. Ved den indledende undersøgelse er der påvist kraftig forurening af det terrænnære grundvand med phenol og svag forurening med oliekomponenter og chlorerede opløsningsmidler (TCA) i et område ved det tidligere værksted. Forureningen vurderes at stamme fra det tidligere værksted og sprøjtemalingsaktiviteterne i perioden fra 1964 til efter 1998.

479-70031: Træimprægnering. Udgået af kortlægning. Indledende undersøgelse 2002. Der blev ikke fundet forurening ved undersøgelsen.

479-70332: Vognmandsforretning. Ikke kortlagt. På baggrund af de historiske oplysninger er det vurderet at der ikke er væsentlig risiko for forurening.

479-70381: Entreprenør. Ikke kortlagt. På baggrund af de historiske oplysninger er det vurderet at der ikke er væsentlig risiko for forurening.

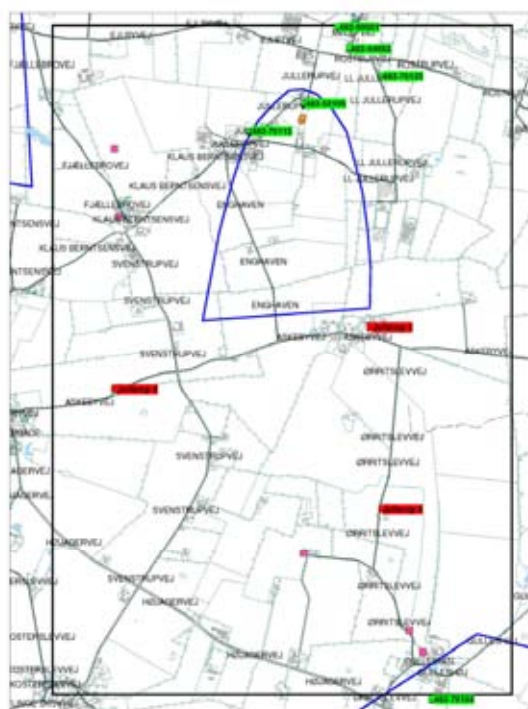
479-71040: Børnehave. Ikke kortlagt. Indledende undersøgelse 2003. Ikke fundet væsentlig forurening.



# Jullerup værkstedsområde








Bilag D indeholder supplerende oplysninger om det potentielle værkstedsområde "Jullerup", som er fremsendt af Fyns Amt i forbindelse med nærværende projekts dataindsamling i 2004 (Fyns Amt 2004).

## 1.1 Kort



Figur 1: Potentielt værkstedsområde "Jullerup" med indvindingsopland

Signaturforklaring:

- |   |   |  |
|---|---|--|
|  |  | Vandværksboring  |
|  |   | Større enkeltindvinding med amtslig tilladelse   |
|  |   | ROKA-lokalitet m. lokalitetsnummer   |
|  |   | Lokalitet nævnt i "Notat - Forslag til undersøgelseslokaliteter for pesticidpunktkilder i Fyns Amt", der er skrevet til Bornholmsprojektet |
|  |   | Indvindingsopland til vandværk   |
|  |   | Forslag til afgrænsning af værkstedsområde   |

## 1.2 Fund

Pesticider i Jullerup værkstedsområde oplandet: I GRUMO boring DGU nr. 136.844 filtersat i 8 til 8,5 mut. dvs. i et lokalt sekundært magasin er der observeret bentazon, mechlorprop, dichlorprop, clopyralid og 4-CPA i maxkoncentrationer på hhv. 1,25; 1,68; 0,035; 0,12 og 0,018 µg/l. I den dybe boring som er filtersat i ca. 34 mut. som er placeret lige ved siden af førnævnte boring er der ikke fundet pesticider. Grundvandsspejlet i det primære magasin er ca. 15-20 mut. og grundvandet strømmer mod nord, dvs. fra gårdspladsen og mod overvågningsboringen. De 2 overvågningsboringer ca. 30 meter nord for førnævnte ejendom.

Pesticider i Jullerup vandværks indvindingsopland: GRUMO boring 136.838 beliggende inde i Jullerup Vandværks indvindingsopland er der observeret Atrazin, desisopropyl i koncentration på 0,048µg/l.

Dvs. der er reelt ikke observeret BAM i området

## 1.3 Forureningskilder

483-00001: Losseplads (tidl. grusgrav). V2. Ikke undersøgt endnu. Iflg. de historiske oplysninger er hovedindholdet dagrenovation og savværksaffald, herunder lakdåser. Lossepladsen vurderes at udgøre en risiko for forurening af det primære grundvand, idet der forventes en nedadrettet grundvandsstrømning.

483-04003: Benzinforurening. V2. Undersøgelse og afværge. Afsluttet 2000. Restforurening vurderes ikke at udgøre en trussel mod grundvandet. (Oliebranchens Miljøpulje).

483-50100: Maskinfabrik. Ikke kortlagt. På baggrund af de historiske oplysninger er det vurderet at der ikke er væsentlig risiko for forurening.

483-70112: Autolakereri, plastvareindustri, trykkeri. V1. Indledende undersøgelse 2004.

483-70104: Maskinstation. V1. Indledende undersøgelse 2004.

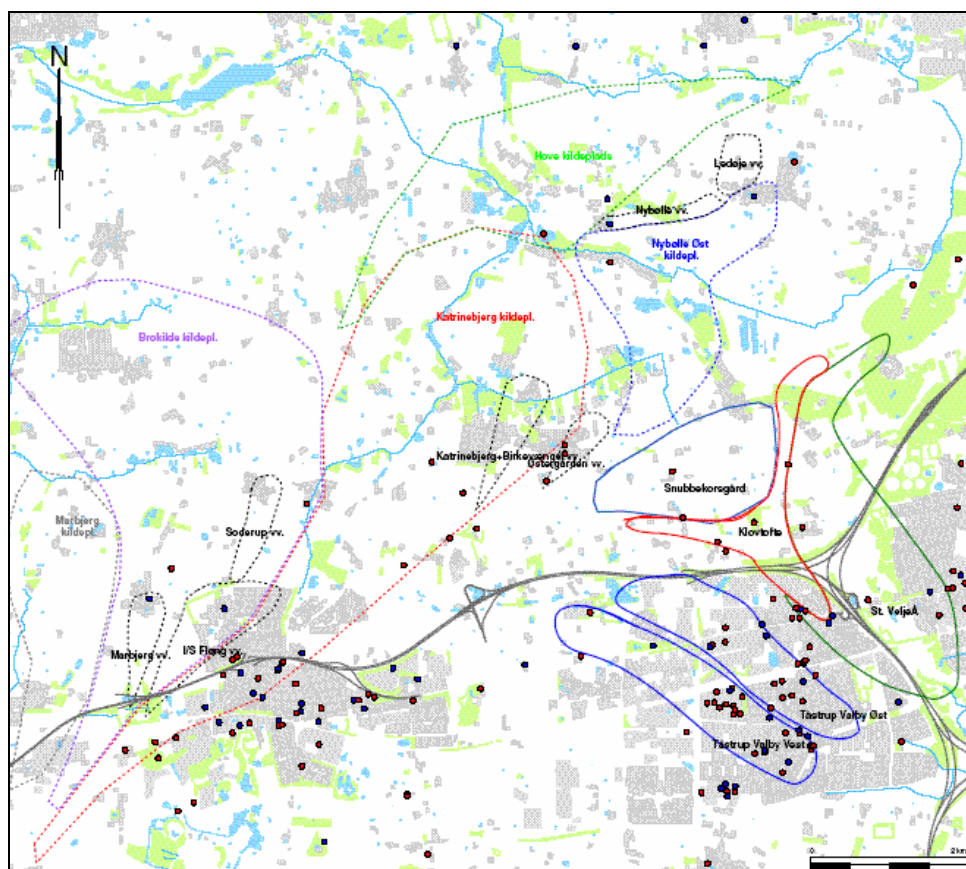
483-70125: Vognmandsforretning. V1. Indledende undersøgelse 2004.

# Tåstrup Nord værkstedsområde

Bilag E indeholder supplerende oplysninger om det potentielle værkstedsområde "Tåstrup Nord", som er fremsendt af Københavns Amt i forbindelse med nærværende projekts dataindsamling i 2004 (Københavns Amt 2004).

## 1.1 Kort

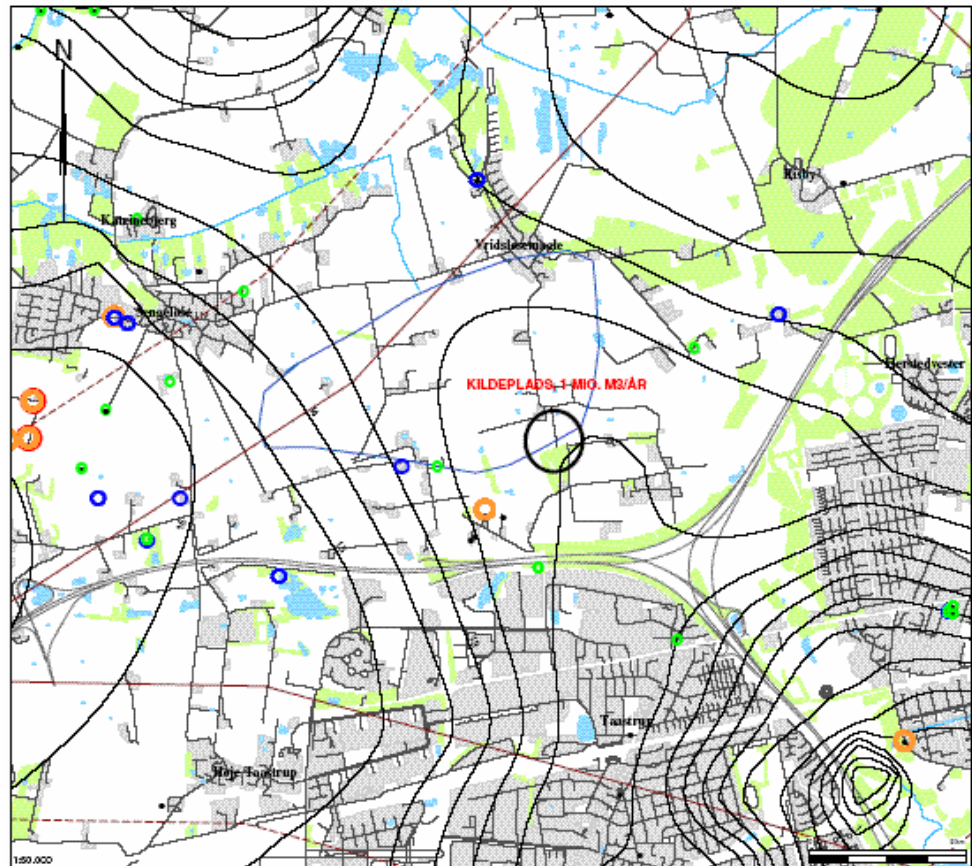
Københavns Amt er i øjeblikket ved at lægge sidste hånd på en stationær regional grundvandsmodel. (Tekniske data: Kode GMS, grid 200x200 m, 7 geologiske enheder/lag, overfladesystemer indarbejdet i modellen). I løbet af 2004 gøres den stationære model dynamisk. I Figur 1 er indvindingsoplande i indsatsområdet "Tåstrup Nord", herunder også for Snubbekorsgård, som er udvalgt som potentielt værkstedområde.



Figur 1 Potentielt Indvindingsoplande i Tåstrup nord indsatsområde. Potentielt værkstedsområde "Tåstrup nord" (Snubbekorsgård indvindingsopland).

Københavns Amt er i besiddelse af en række temakort for oplandet til Snubbekorsgård.

Temakortene er udarbejdet i forbindelse gebyrkortlægning af indsatsområde "Tåstrup Nord" og bygger på eksisterende undersøgelser og data. Af figur 2 fremgår grundvandspotentialet i området. Og tabel 1 oversigten over temakort.



Figur 2: Potentiel t værkstedsområde "Tåstrup Nord" - grundvandspotential





Tabel 1 Oversigt over temakort over Snubbekorsgård

Hovedtema	Undertemaer
Arealanvendelse	Fladebelastning med nitrat
	Byområder, skov, industriområder
	V1 kortlagte grunde
	V2 kortlagte grunde
Indvindingsinteresser	Kildepladser og tilhørende borerer samt indvindingsoplande
Forsyningsstruktur	Forsyningsnet og tilhørende vandværker
	Beskrivelse af det enkelte vandværk og borerer
Regionplankort	OSD områder, regionplan 1997
	Nitratfølsomme områder, regionplan 2001
	Arealrestriktioner indenfor området
Geologi	Topografi
	Geologiske profilsnit
	Dæklagskort
	Kalkoverfladen
Hydrogeologi	Potentialekort og vandskel, 1999-2002
	Magasinforhold
	Infiltration
	Grundvandsdannelse, Vestegn- modellen
	T-værdier (evt. S)
Naturlig vandkemi	Vandtypekort
	Indhold af nitrat
	Indhold af sulfat
	Indhold af nikkel
	Indhold af klorid
	Indhold af fluorid
	Indhold af NVOC
	Indhold af jern
	Indhold af metan
	Forvittringsindeks
	Indhold af ilt
Grundvandsforurening med miljøfremmede stoffer	Vandtypekort
	Indhold af pesticider
	indhold af BAM
	Indhold af BTEX, total
	Indhold af chlorerede opløsningsmidler
	Indhold af olie og MTBE
Hydrologi	Overfladerecipienter m. målsætninger
Endelig udpegning af sårbare områder	Temakort med nitratsårbareområder
	Temakort med sårbarhed overfor aerobt nedbrydelige stoffer
	Temakort med sårbarhed overfor anaerobt nedbrydelige stoffer

## 1.2 Fund

Ingen supplerende oplysninger

## 1.3 Forureningskil der

Ingen supplerende oplysninger

## 1.4 Øvrigt

Der er en række problemstillinger for den fremtidige 1,0 mio. m<sup>3</sup>/år store oppumpning på Snubbekorsgård kildeplads. Disse er:

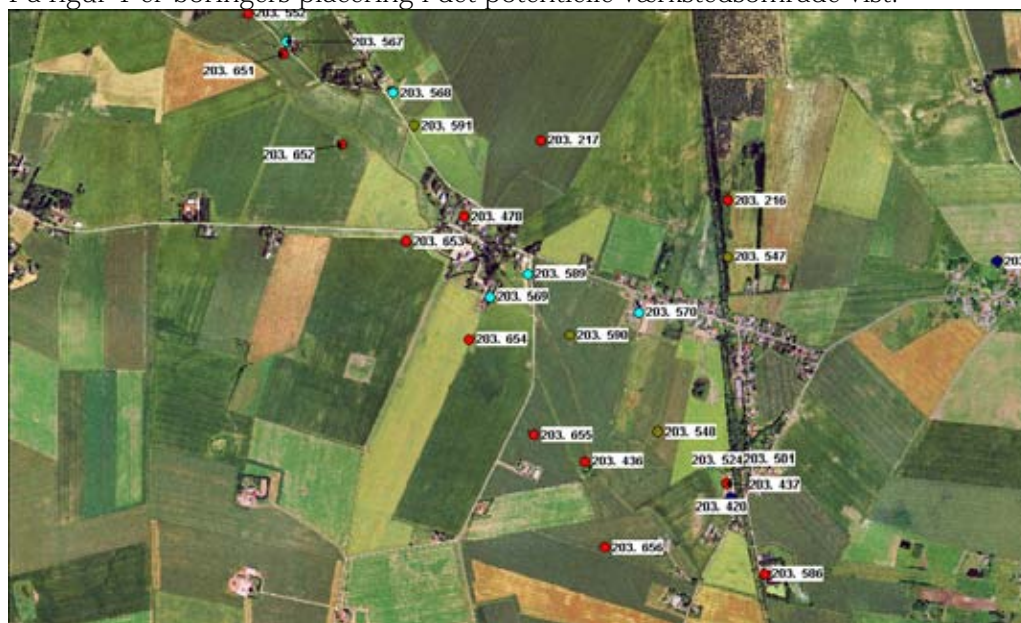
- En stor del af oplandet til kildepladsen er udpeget som nitratsårbart område og der er i de få boringer, der findes indenfor det nitratsårbare område fundet forhøjet indhold af nitrat.
- Der er påvist indhold af pesticider i en række private boringer indenfor oplandet.
- Oplandet til Snubbekorsgård er i høj grad knyttet til en lille datadækning set i forhold til kompleksiteten, med et stort potentiale for nitrat-, nikkel- og pesticidproblemer, både lokalt og oplandsmæssigt.

# St. Fuglede værkstedsområde

Bilag F indeholder supplerende oplysninger om det potentielle værkstedsområde "St. Fuglede", som er fremsendt af Vestsjællands Amt i forbindelse med nærværende projekts dataindsamling i 2004 (Vestsjællands Amt 2004).

## 1.1 Kort

På figur 1 er boringers placering i det potentielle værkstedsområde vist.



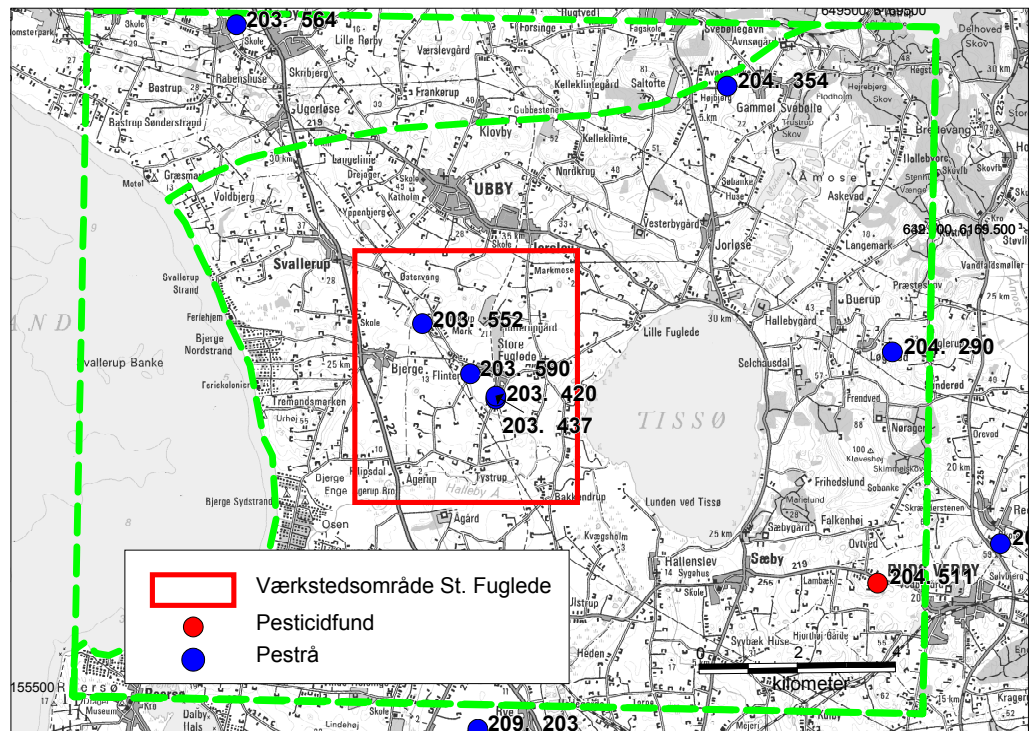
Figur 1: St. Fuglede værkstedsområde med boringsangivelse

Der er opstillet en stationær detailmodel for St. Fuglede grundvandsmoniterings-område.

St. Fuglede modellen er opstillet i Modflow ved udtræk fra en større model, som er opstillet i Tude Å Indsatsområde.

St. Fuglede modellen er valideret mod potentialerne i grumo-boringerne og fundet at være på Hi-Fi niveau og dermed egnet til akvifersimulering i området.

Modellen er anvendt til at simulere de grundvandsdannende oplande til Grumo-boringerne. Oplandene til de borer, der er filtersatte i St. Fuglede magasinet, ligger i nærområdet, typisk mod nordvest og vest, langs Madegrøften. Dette er noget imod den konceptuelle antagelse om, at grundvandsstrømningen er mere nord-sydlig i området, men bekræfter dog, at grundvandet til magasinet dannes lokalt.



Figur 2: Potentielt værkstedsovmråde "St. Fuglede" (rød) - Placering i forhold til St. Fuglede grundvandsmodel område (grøn)

Oplandene til en enkelt boring i det dybere liggende Bjerge magasin ligger noget fjernere mod nordøst.

Aldrene på grundvandet i magasinerne er simuleret og valideret mod CFC-aldersdateringer. Det ses, at modellen generelt simulerer lavere alder i magasinerne. Forskellen i resultaterne på de to metoder kan enten være at prøverne er taget af blandingsvand eller at modellen anvender en for høj porøsitet.

Den nederste del af magasinerne simuleres i flere tilfælde at have markant højere alder end CFC-dateringen. Årsagen er, at det nederste grundvand er dannet længere væk og har haft transportvej gennem dybere lag.

Grundvandets opholdstid i de enkelte magasiner er præsenteret og kan efterfølgende anvendes til sammenstilling med andre undersøgelsesresultater.

## 1.2 Fund

Ingen supplerende bemærkninger

## 1.3 Forureningskil der

317-G01-106: Losseplads. Indledende kortlagt, fund af forurening. Olieforurening fra tank.

317-104-155: Servicestation. V2 kortlagt.

317-U01-107: Villaolietank. Spild af ukendt størrelse. Forureningen er ryddet op.

317-104-128: Undersøgt industrigrund uden forurening. Benzin og servicestation.

317-104-156: Historisk vurdering. Industri, ingen produktion. Servicestation.

317-104150: Undersøgt industrigrund uden forurening. Servicestation. Ingen offentlig indsats.

317-A06-109: Maskinfabrik, overfladebehandling. Etableret og registreret efter MBL.

317-F07-103: Mejeri. Indledende kortlægning. Konstateret pesticidforurening



## Økonomisk overslag

<b>Fase</b>	<b>Pesticiddatabase - omkring 1.5 mio.</b>
I	Leverandørdatabaser – kortlægning
	Afgrænsning
	Dataindsamling og indtastning
	Datakategorisering
	Kvalitetssikring af data
	Opbygning af datamodel, brugerflade
	Opbygning af si-funktion
	Afprøvning
	Vedligehold
	Økonomisk Vurdering
II	Opbygning af risikovurderingsfunktion, miljøøkonomisk beregningsfunktion samt afværgemodul
	Opdatering
I, II	Rapport
	Projektledelse
	Møder
	Kvalitetssikring
<b>Fase</b>	<b>Risikovurdering og prioritering af punktkilder på oplandsskala - omkring 1.0 mio.</b>
I	Evaluering af eksisterende risikovurderingsværktøjer/koncepter
	Udvikling af koncept
	Udvikling af værktøj
	Karakterisering af værkstedsområde
	Økonomisk vurdering
II	Demonstration og afprøvning af modelværktøj samt udarbejdelse af protokol
	Kvalitetssikring
I, II	Rapport
	Projektledelse
	Møder
	Kvalitetssikring
<b>Fase</b>	<b>Pesticidundersøgelser af punktkilder - omkring 1.7 mio.</b>
I	Identifikation af problempesticider
	Prioritering af pesticider
	Litteraturstudie (transport og sorption og nedbrydning max 10 pesticider)
	Identifikation af ejendomme
	Prioritering af ejendomme
	Opbygning af punktkildedatabase + indtastning

II	Laboratorieundersøgelser (sorption og nedbrydning max. 5 pesticider)
	Udvikling af koncept for screening af pesticidpunktkilder (kildestyrke + risikovurdering)
	Koordination med Bornholmsprojekt
	Økonomisk vurdering
I,II	Rapport
	Projektledelse
	Møder
	Kvalitetssikring
<b>Fase</b>	<b>Indgreb ved forureningskilden – afværgeteknologier - omkring 2.5 mio.</b>
II	Litteraturstudie afværgeteknologier
	Identifikation af potente teknikker
	Laboratorieskala
	Pilotskala
	Fuldskala
	Økonomisk vurdering
II	Rapport
	Projektledelse
	Møder
	Kvalitetssikring
<b>Fase</b>	<b>Miljøøkonomi - omkring 0.8 mio.</b>
II	Litteraturstudie
	Teknisk Vurdering af strategi og metoder
	Udvikling af koncept
	Afprøvning af koncept
	Færdigudvikling af koncept
	Protokol
	Økonomisk vurdering
I,II	Rapport
	Projektledelse
	Møder
	Kvalitetssikring
<b>Fase</b>	<b>Overordnet projektledelse (3½ år) - omkring 1.4 mio.</b>
I,II	Overordnet projektledelse (1p 20d/år)
	Følgegruppemøder (2px1dx4x3½år)
	Koordinering mellem delprojekter og faglig sparring (3px1dx12x3½år)
	Samlerapport
	Projektartikel
	Projektformidling årlige offentlige møder 3 stk.